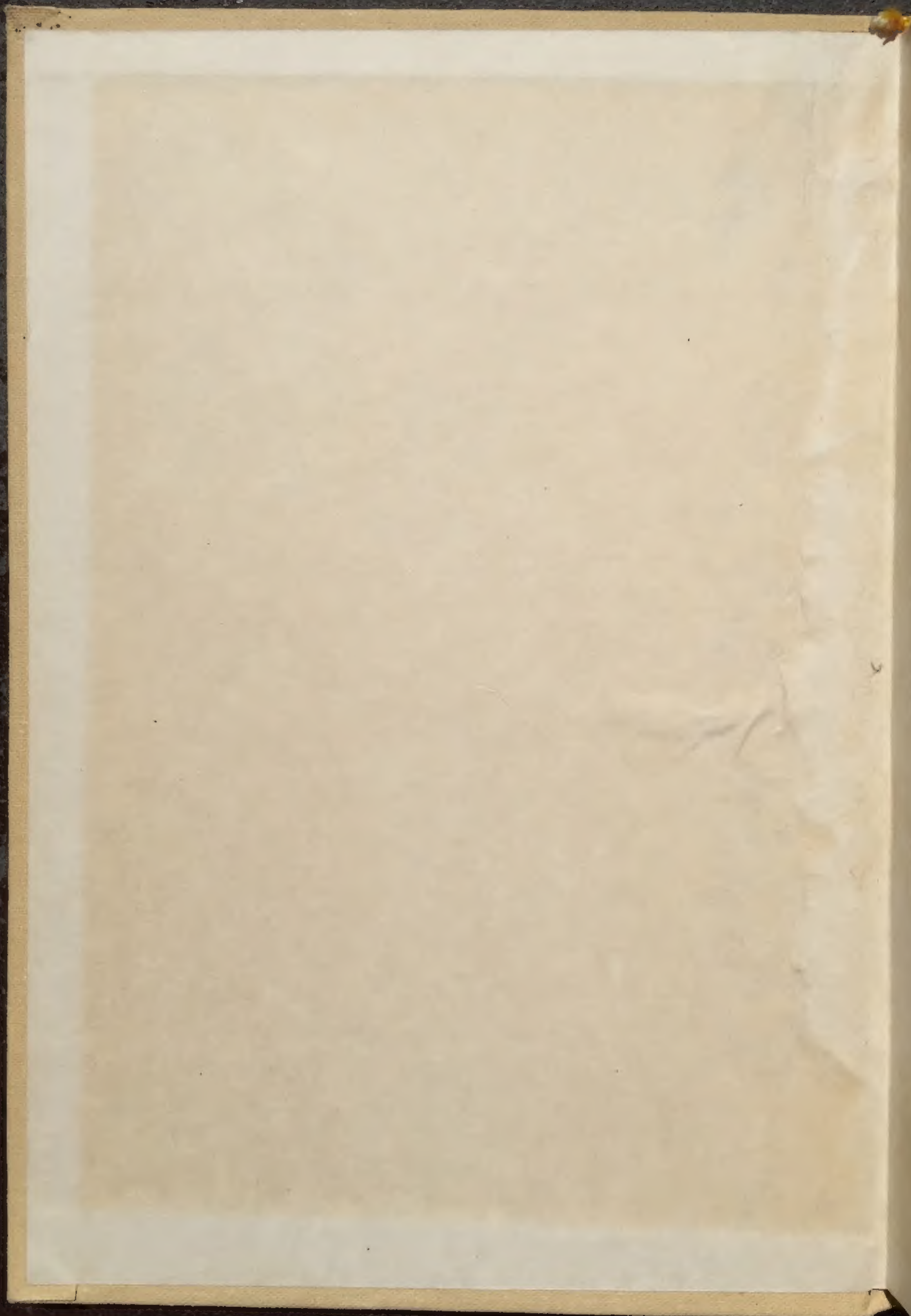


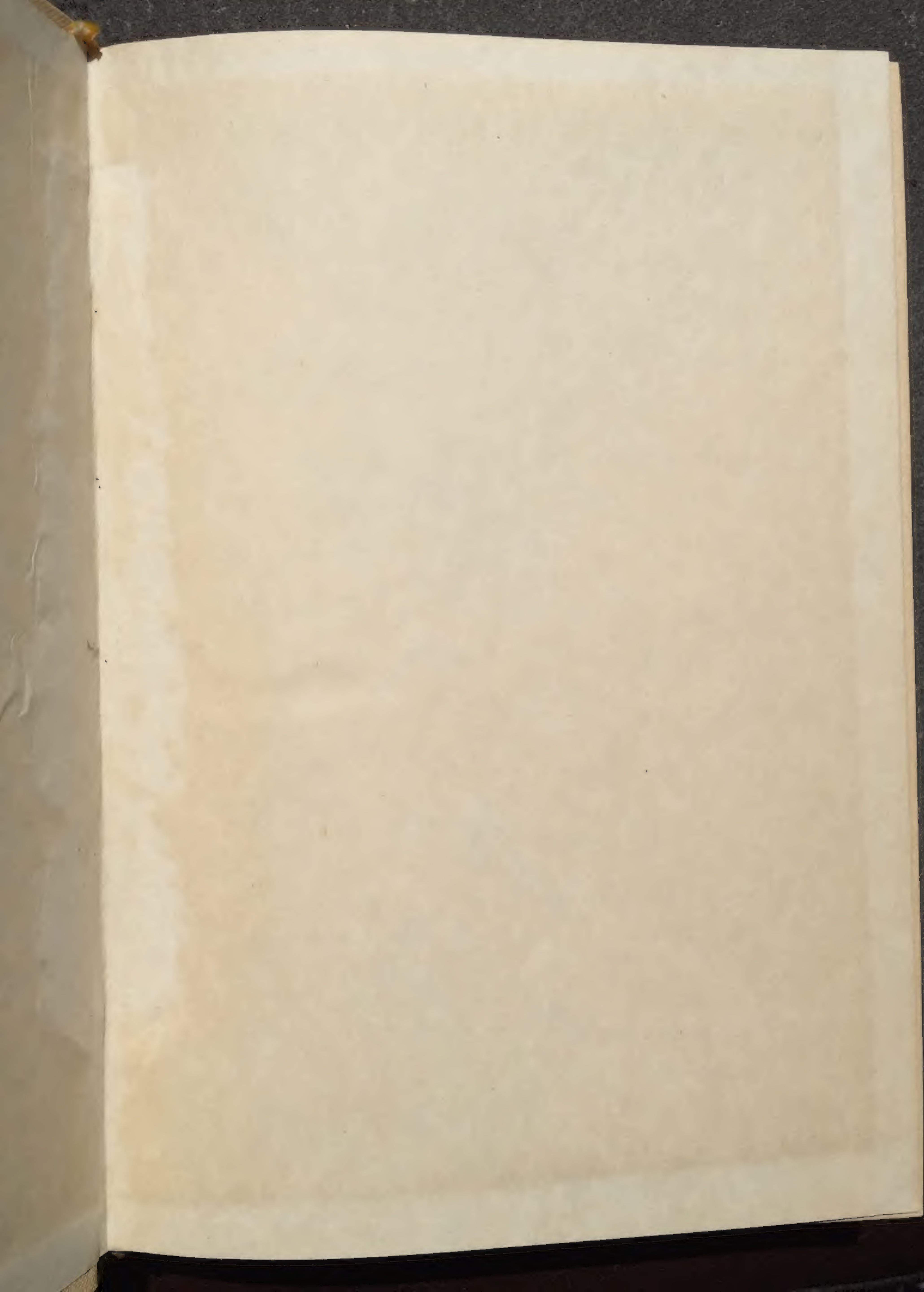
# МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА









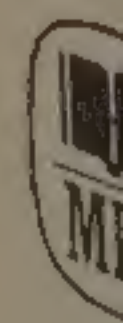




М  
ЧЕ

Под ред.  
профес  
и докт  
В.П.Чте

Допуще  
шего и  
образо  
учебно  
тов биз  
стей ву



ИЗ  
МО  
198



# МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Под редакцией  
профессора Б.А.Никитюка  
и доктора биологических наук  
В.П.Чтецова

Допущено Министерством выс-  
шего и среднего специального  
образования СССР в качестве  
учебного пособия для студен-  
тов биологических специаль-  
ностей вузов.



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1983



УДК 572.5/7

Морфология человека: Учеб. пособие / Под ред. Б. А. Никитюка и В. П. Чтецова. — М., Изд-во Моск. ун-та, 1983. — 320 с.

В пособии впервые в нашей стране в последовательном и систематическом изложении широко представлены и проанализированы материалы по возрастным, половым, этнотерриториальным и социально-профессиональным вариациям различных органов и систем органов человека (покры, мягкие части лица, скелет, головной и спинной мозг, внутренние органы, кровь и т. д.), а также обширные данные по физическому развитию, конституциям, составу тела. Рассмотрены некоторые прикладные аспекты морфологических исследований.

Рецензенты:

кафедра педиатрии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова  
(зав. каф. проф. А. И. Клиорин);  
докт. биол. наук, проф. А. А. Малиновский  
проф. Я. Я. Рогинский  
чл.-корр. АМН СССР, проф. М. Р. Сапин



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>ОБЩАЯ МОРФОЛОГИЯ</b> (редакторы В. П. Чтецов, Б. Н. Никитюк) . . . . .	5
<b>Глава I. Основные принципы современной морфологии</b> (В. В. Куприянов, Б. А. Никитюк) . . . . .	5
Уровни организации живой материи . . . . .	5
Функциональное направление в современной морфологии . . . . .	9
Генетическое направление в современной морфологии . . . . .	9
Проблема биологического и социального в современной морфологии . . . . .	12
Экологические аспекты современной морфологии . . . . .	13
Многообразие форм и факторов изменчивости организма . . . . .	14
<b>Глава II. Особенности роста и развития организма</b> . . . . .	15
Периодизация индивидуального развития (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	16
Биологический возраст (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	20
Старение организма (Б. А. Никитюк) . . . . .	26
Сравнение онтогенеза человека и приматов (В. З. Юровская) . . . . .	27
Факторы роста и развития организма (Б. А. Никитюк) . . . . .	30
Основные закономерности роста и развития (Б. А. Никитюк) . . . . .	34
<b>Глава III. Голова</b> . . . . .	35
Основные размеры головы (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	35
Возрастные изменения половых размеров (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	36
Половые различия (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	39
Расовые и этнотерриториальные различия (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	40
Мягкие части лица (В. З. Юровская) . . . . .	41
<b>Глава IV. Общие размеры и пропорции тела</b> . . . . .	48
Тотальные размеры тела (В. Г. Властовский) . . . . .	48
Пропорции тела (В. Г. Властовский) . . . . .	57
Физическое развитие человека (В. Г. Властовский) . . . . .	66
Акцелерация (В. С. Соловьева) . . . . .	70
<b>Глава V. Состав тела и конституции человека</b> (В. П. Чтецов) . . . . .	76
Состав тела . . . . .	76
Конституции человека . . . . .	87
<b>ЧАСТНАЯ МОРФОЛОГИЯ</b> (редактор Б. А. Никитюк) . . . . .	108
<b>Глава VI. Опорно-двигательный аппарат</b> . . . . .	108
Кости и их соединения. Общие сведения (Б. А. Никитюк) . . . . .	108
Вариации структуры основных отделов скелета (Е. Н. Хрисанфова) . . . . .	115
Мышцы и их вспомогательные аппараты (В. З. Юровская) . . . . .	148
Влияние физических нагрузок на состояние опорно-двигательного аппарата (Б. А. Никитюк) . . . . .	160
<b>Глава VII. Зубы</b> (А. А. Зубов) . . . . .	166
Общая антропологическая характеристика . . . . .	166
Морфологические особенности зубов в различных расовых группах . . . . .	176
<b>Глава VIII. Внутренние органы</b> (Б. А. Никитюк) . . . . .	181
Общие принципы строения . . . . .	181
Пищеварительная система . . . . .	185
Дыхательная система . . . . .	196
Выделительная система . . . . .	200
Органы размножения . . . . .	203
<b>Глава IX. Сердечно-сосудистая система</b> (Б. А. Никитюк) . . . . .	210
Кровеносная система . . . . .	210
Лимфатическая система . . . . .	229
Кровь и лимфа . . . . .	233
Кроветворные органы . . . . .	239



Глава X. Нервная система	241
Общие сведения (М. С. Войно)	241
Спинной мозг (М. С. Войно)	243
Головной мозг (М. С. Войно, Б. А. Никитюк)	245
Соматическая часть периферической нервной системы (Б. А. Никитюк)	267
Автономная (вегетативная) нервная система (Б. А. Никитюк)	273
Глава XI. Железы внутренней секреции (Б. А. Никитюк)	278
Общие принципы строения	280
Размеры эндокринных желез, возрастно-половые, индивидуальные и меж- популяционные различия	283
Влияние физических нагрузок	286
Глава XII. Органы чувств (М. С. Грачева)	287
Глава XIII. Покровы тела (Г. Д. Гладкова)	295
Кожа	295
Кожный рельеф	297
Волосы	303
Ногти	307
Пигментация	308
Заключение	310
Рекомендуемая литература	313
Предметный указатель	314

## МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Зав. редакцией Н. М. Глазкова. Редактор Г. Г. Есакова. Переплет художника Л. А. Ба-  
баджаняна. Художественный редактор М. Ф. Евстафьева. Технический редактор  
К. С. Чистякова. Корректоры В. П. Кададинская, М. К. Соболева,  
Л. С. Ключкова.

Тематический план 1983 г. № 130  
ИБ № 947

Сдано в набор 17.06.82. Подписано к печати 05.01.83. Л-95107. Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 1.  
Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 26,0 Уч.-изд. л. 27,36 Тираж 13450 экз.  
Заказ 455. Цена 1 р. 40 к. Изд. № 778

Ордена «Знак Почета» издательство Московского университета, 103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.  
Типография ордена «Знак Почета» изд-ва МГУ, Москва, Ленинские горы



Памяти Всеволода Петровича  
ЯКИМОВА  
посвящается

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вниманию читателя предлагается первое в СССР пособие по теоретической морфологии человека, где на современном уровне знаний развиваются традиции, заложенные классиком теоретической анатомии в нашей стране П. Ф. Лесгафтом.

Подготовка книги осуществлялась коллективом антропологов и анатомов. Это обусловило многоплановость и нетрадиционность ее содержания.

В узком понимании морфология человека — один из разделов антропологии, изучающий вариации строения тела человека, его органов и частей (индивидуальные, возрастные, половые, этнотерриториальные и др.). Однако современный анатом биологического и медицинского профиля видит задачу этой науки в изучении структур человеческого тела на всех уровнях — от целого организма и различных его систем до клеточного и субклеточного — в связи с историей их развития и особенностями функционирования. Таким образом, в широком понимании морфология человека предстает перед нами как наука о многообразии строения организма, полиморфности его структур на разных уровнях, изучаемых в тесной связи с осуществляемыми функциями, т. е. охватывает предмет анатомических, гистологических и эмбриологических исследований. Этот подход выдерживался и авторами руководства. Лишь неравномерность разработки отдельных направлений морфологии не позволила в ряде разделов книги дать достаточно глубокий функциональный анализ морфологических фактов или привести сведения по внутри- и межпопуляционной изменчивости отдельных структур в желаемом объеме.

Пособие ориентировано на студентов биологических специальностей университетов, педагогических и физкультурных институтов. Уровень их биологической подготовки, несомненно, различен, а ограниченность объема книги не позволяет объяснить отдельные понятия по ходу изложения основной темы. Для их уточнения рекомендуем читателю воспользоваться источниками, приведенными в конце книги. Помощь читателю окажет также предметный указатель.

Объем книги не позволил остановиться на истории развития взглядов по морфологии человека. Тем более необходимо упомянуть здесь исследователей, внесших определяющий вклад в науку о строении человека. Среди отечественных ученых следует назвать хирурга и анатома Н. И. Пирогова, создателя теоретической и функциональной анатомии П. Ф. Лесгафта, основателя русской лимфологической школы Г. М. Иосифова, продолжателя его идей в советское время Д. А. Жданова, создателя типовой анатомии В. Н. Шевкуненко, пионера исследова-



дований коллатерального кровообращения В. Н. Тонкова, пропагандиста рентгеноантропологических исследований Д. Г. Рохлина, разно-стороннего морфолога и антрополога В. В. Бунака, основателя дина-мической анатомии и спортивной морфологии М. Ф. Иваницкого и др. За рубежом антропологическое направление в морфологии было создано трудами А. Грдлички, Р. Мартина, К. Заллера, Г. Валлуа, Дж. Таннера и др.

Сегодня морфология — многоразветвленная область научного знания, поставившая свои достижения на службу медицине, антропо-логии, педагогике, спорту. Расширяются ее контакты с биофизикой, биохимией, иммунологией, генетикой, зоологией, палеонтологией. Это служит причиной определенных сложностей в создании понятийного аппарата и унификации терминов, особенно для пограничных областей морфологии. В изложении анатомических фактов авторы пособия придерживались парижской номенклатуры в ее последней редакции. Русские эквиваленты терминов приведены по утвержденному VIII Все-союзным съездом анатомов в Ташкенте (1974) списку, опубликован-ному в 1980 г. под редакцией С. С. Михайлова. При употреблении микроанатомических терминов авторы руководствовались междуна-родной гистологической номенклатурой, одобренной IX Всемирным конгрессом анатомов в Ленинграде (1970). Отсутствие официально утвержденной номенклатуры антропологических терминов заставило авторов придерживаться наименований, получивших признание в со-ветской литературе, вошедших в новейшие учебники и учебные посо-бия по антропологии.

Издание настоящего пособия было задумано В. П. Якимовым, однако тяжелая болезнь не позволила ему довести это дело до конца.

В написании книги участвовали докт. биол. наук В. Г. Властовский (гл. IV), доц. М. С. Войно (гл. X), канд. биол. наук Т. Д. Гладкова (гл. XIII), проф. М. С. Грачева (гл. XII), докт. ист. наук А. А. Зубов (гл. VII), академик АМН СССР, проф. В. В. Куприянов (гл. I), канд. биол. наук Н. Н. Миклашевская (гл. II, III), проф. Б. А. Никитюк (Пре-дисловие, гл. I, II, VI, VIII, IX, X, XI, Заключение), канд. биол. наук В. С. Соловьева (гл. IV), проф. Е. Н. Хрисанфова (гл. VI), докт. биол. наук В. П. Чтецов (гл. V), канд. биол. наук В. З. Юровская (гл. II, III, VI). Предметный указатель составлен Т. В. Панасюк.

Авторский коллектив выражает признательность члену-корреспон-денту АМН СССР, проф. М. Р. Сапину, проф. Я. Я. Рогинскому, а также официальным рецензентам проф. А. И. Клиорину и проф. А. А. Малиновскому за критический разбор книги, ценные пожелания и рекомендации. Авторы весьма признательны Т. В. Панасюк за по-мощь в подготовке книги к изданию. Редакторы и авторы книги будут благодарны за любые замечания и пожелания читателей, направлен-ные на улучшение этого пособия.



# ОБЩАЯ МОРФОЛОГИЯ

## ГЛАВА I

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

Морфология человека (от греч. *morphe* — форма) — наука о форме и строении тела человека на разных уровнях организации составляющих его структур в связи с их функциями и историей развития. Основными принципами морфологии служат многоуровневый подход, функциональность, историчность (генетический подход), учет экологических факторов. Эти принципы основываются на творческом применении законов материалистической диалектики о неразрывности, взаимосвязи и взаимообусловленности структуры и функции, о связи целого и его частей, о смене старого качества новым в результате количественных изменений. Первостепенное значение для современной морфологии приобретает оценка социального и биологического в человеке.

С глубокой древности строение живых существ изучала анатомия. Однако с тех пор как Гете в конце XVIII в. ввел в естествознание новый термин — «морфология», большинство специалистов, изучающих форму и строение тела человека и животных, предпочитают называть себя морфологами. Но между терминами «анатомия» и «морфология» существует не только семантическое, но и смысловое различие, поскольку морфология включает в себя анатомию и все другие науки, изучающие организацию и развитие живых форм и систем.

### УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

Живой организм — морфофункциональная целостность, части которой находятся в определенном соподчинении друг другу. Их нерархические отношения раскрываются на основе законов материалистической диалектики.

Познание материи как объективной реальности во всех ее проявлениях — сложный процесс. В. И. Ленин указывал на необходимость охвата всех сторон изучаемых предметов и явлений, исследования их в движении и развитии. Он подчеркивал, что познание — это «...бесконечный процесс раскрытия *новых* сторон, отношений etc... бесконечный процесс углубления познания человеком вещи...»<sup>1</sup>.

Различают несколько уровней организации живой материи и соответственно — уровней ее познания. В медико-биологических исследованиях человека наиболее высоким уровнем познания является изучение целостного организма, его типичного строения, групповых и индивидуальных вариаций.

В составе целостного организма выделяются и изучаются анатомо-

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 203.



физиологические системы органов. В этом случае говорят о системном подходе. Более низкими в сравнении с организменным и системным уровнями являются органный, тканевый, клеточный и субклеточный уровни организации живой материи. Системы органов — категории постоянные, не зависящие от этапа развития или особенностей функционирования. Иной смысл вкладывается в понятие о функциональных системах. Согласно мнению известного советского физиолога П. К. Анохина, последние представляют собой динамические объединения органов и структур тела, направленные на достижение жизненно важного для организма приспособительного результата и функционирующие по принципу саморегулирования. В состав функциональной системы вовлекаются органы, принадлежащие к разным анатомическим системам.

Наряду с понятием «система органов» иногда употребляется понятие «аппарат органов». Правильно говорить об аппарате в тех случаях, когда в выполнении какого-то сложного акта принимают участие несколько целых систем (например, опорно-двигательный аппарат) или компонентов, принадлежащих разным системам (голосовой аппарат) или имеющих разное происхождение (эндокринный аппарат).

Орган с анатомической точки зрения — более или менее обособленная часть системы или аппарата, имеющая самостоятельное функциональное значение в организме. Не величина (она варьирует в широких пределах: вес печени — 1500 г, парашитовидной железы — 0,09 г), а структурная и функциональная обособленность, известная самостоятельность (при взаимодействии с другими органами и подчинении интересам организма в целом) ставятся морфологами на первый план при выделении органа. Орган — возникшая в ходе эволюции система различных тканей, объединенных между собой общей функцией, строением и развитием. Д. А. Жданов считает органом часть тела, которая в ходе эволюции и индивидуального развития занимает в организме человека определенное положение, отличается своеобразной формой, имеет определенную конструкцию, в которой обычно участвует несколько тканей, характеризуется своеобразными взаимоотношениями с другими органами и выполняет строго определенную функцию или функции.

Схема строения органа включает рабочий элемент — паренхиму — и опорную конструкцию, которую называют стромой. В изучении органов важно не только их внутреннее устройство, но и топография, т. е. положение по отношению к скелету (скелетотопия), к другим органам (синтопия), проекция органа на внешние покровы в пределах установленных топографо-анатомических областей (голотопия).

Существуют множественные варианты формы, размеров, строения и топографии органов, обусловленные половыми, конституциональными, возрастными, индивидуальными и функциональными различиями.

Следующий уровень организации живой материи — тканевый. Ткань — совокупность клеток и межклеточного вещества, объединенная единством происхождения (в истории биологического вида и в индивидуальном развитии) и функции. Выделяют четыре группы тканей: эпителиальную, внутренней среды, мышечную, нервную. Каждая группа тканей, за исключением нервной, объединяет несколько разновидностей тканей. Так, мышечная ткань подразделяется на гладкую, сердечную и поперечнополосатую; к тканям внутренней среды относятся кровь, лимфа и соединительная ткань, которая, в свою очередь, делится на рыхлую и плотную, хрящевую и костную.

Основной элемент тканей — клетка. В общебиологическом, эволюционном аспекте клетка представляет собой исторически возникшую, нерасчленимую, преемственно развивающуюся, самую элементарную и



одновременно наиболее сложную живую систему. Клетки различаются размерами, формой, наличием отростков, внутренним содержанием (рис. 1.1).

Наряду с клетками в организме существуют и неклеточные структуры — аморфное межклеточное вещество и волокна. Клеточные струк-



Рис. 1.1. Полиморфизм строения клеток:  
1 — мегакариоцит костного мозга; 2 — нейтрофильный лейкоцит (вверху) и эритроцит (внизу); 3 — клетка мерцательного эпителия; 4 — плазматическая клетка; 5 — гладкомышечная клетка; 6 — жировая клетка; 7 — нейрон; 8 — гепариноцит

туры могут иметь упрощенное (эритроциты, кровяные пластинки) или усложненное (поперечнополосатое мышечное волокно, нейрон) строение.

Внутриклеточные структуры представляют собой субклеточный уровень организации живой материи. В состав клетки входят ядро (с кариоплазмой и ядрышками) и цитоплазма, окруженные оболочками. В цитоплазме располагаются эндоплазматическая сеть, рибосомы, пластинчатый комплекс (Гольджи), митохондрии, лизосомы (рис. 1.2).



Ядро и содержащиеся в нем хромосомы — матеральные носители наследственной информации; митохондрии обеспечивают клетку энергией; рибосомы — место синтеза белковых веществ; лизосомы своими фер-



Рис. 1.2. Строение клетки (по Прокофьевой-Бельговской, 1969)

ментами обеспечивают внутриклеточное пищеварение и защиту клетки, осуществляют санитарные функции.

Морфология широко использует функциональный, онтогенетический, эволюционный и экологический подходы. Все они включают в существенной степени генетический компонент, недооценка которого наносит вред морфологической науке.



## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

Изучение строения тела человека, отдельных органов и их систем в связи с функциями подразумевает признание морфологами диалектического единства структуры (формы) и функции. Последовательным защитником и пропагандистом этого глубоко материалистического положения был П. Ф. Лесгафт. Заложенные им основы теоретической анатомии, в частности законы роста костей, строения мышц, суставов, внутренних органов, ветвления сосудов, глубоки и по существу функциональны.

В изучении взаимоотношений структуры и функции возможны два подхода. Первый проявляется в постановке вопроса, что первично — структура или функция? Соотношение понятий «форма» и «содержание» (изменение содержания предшествует изменениям формы) слепо переносится на понятия «структура» — «функция». Так, морфологи-функционалисты прошлого П. Ф. Лесгафт и В. Ру, выясняя роль функции в формировании структур, находили эту связь односторонней («функция творит форму»). Однако, как учил Ф. Энгельс, взаимодействие исключает всякое абсолютное первичное и абсолютное вторичное. Другой — диалектический — подход рассматривает соотношение структуры и функции как взаимодействие и взаимообусловленность. Оба члена этого соотношения в своем взаимодействии обязательны и равноправны. Как не может быть функции без структуры, так немислимо наличие структуры без функции. Последнее положение иногда пытаются оспаривать, тем самым выражая «ограничения» к существованию функциональной морфологии. Как правило, эти сомнения вызваны незнанием того, какими же функциями обладает данная структура. Непужным, лишенным функций органом считали, например, червеобразный отросток. Теперь хорошо известно, что он содержит лимфатическую ткань, и функции его не вызывают сомнений.

Яркое выражение получил функциональный подход в спортивной морфологии, изучающей изменения различных структур организма с позиций его адаптации к разнообразным физическим нагрузкам. Основа этого направления морфологической науки была заложена М. Ф. Ивановым, который, исходя из потребностей спорта, подразделял все системы и аппараты человеческого организма на три группы: опорно-двигательный аппарат, системы регуляции и системы обеспечения его деятельности. Важно отметить, что взаимное влияние структуры и функции может быть не только текущим. Возникнув в ходе эволюции и закрепившись в генетической программе, оно способно реализоваться в последующих поколениях. Например, изгибы позвоночника, возникновение которых обычно связывают с моторикой ребенка — держанием головы, сидением и прямохождением, закладываются на последних этапах развития плода. Это не свидетельство их «афункциональности», а демонстрация закрепления в наследственности человека тех особенностей строения позвоночника, которые возникли у его предков при переходе к прямохождению.

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

Морфология, изучающая вместе с физиологией и биохимией внешние структурно-функциональные и молекулярные аспекты организации (обобщенные термином «фенотип»), и генетика, исследующая внутренние посылки этой организации («генотип»), тесно связаны друг с дру-



гом. Носителями генетической информации являются специально организованные материальные структуры: хромосомы, ДНК, гены.

Для морфологии человека особую ценность представляют вопросы антропогенетики — наименее изученной области генетики.

Новые перспективы развития научной мысли нередко вызываются к жизни новыми методами. Переворот в морфологии был совершен с появлением метода близнецовых исследований.

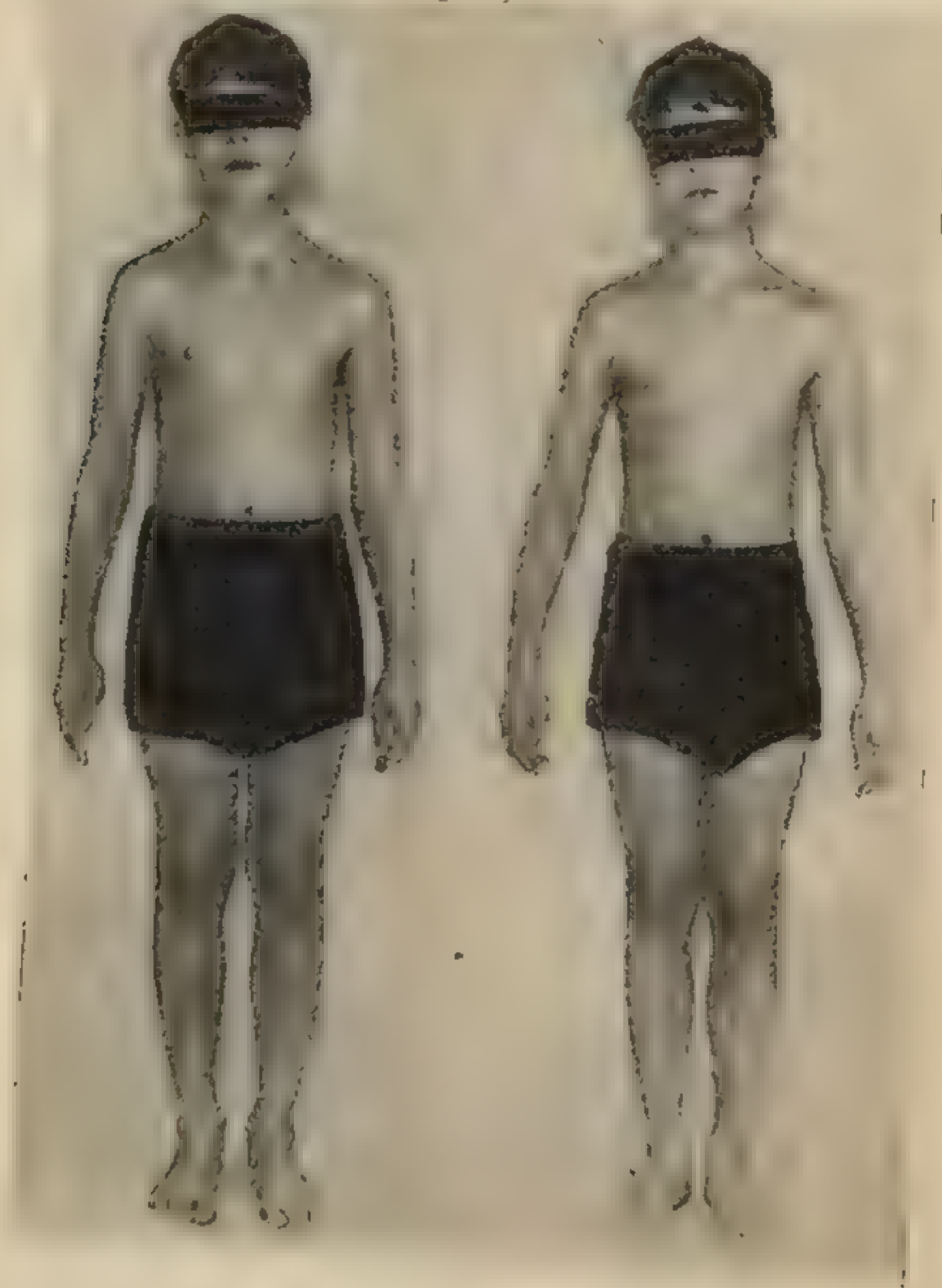


Рис. 1.3. Монозиготные близнецы (возраст — 12 лет)

Близнецовый метод имеет два варианта. Первый основывается на сопоставлении меры внутрипарной изменчивости у монозиготных — МЗ (генетически идентичных) и дизиготных — ДЗ (генетически сходных, как два одиночно рожденных брата или сестры) близнецов (рис. 1.3, 1.4), т. е. на предположении о том, что средовые условия для партнеров по монозиготным и дизиготным парам одинаковы. И если это действительно так, то отличия внутрипарной изменчивости можно объяснить генетической природой. При большей степени внутрипарного сходства МЗ близнецов по какому-либо признаку по сравнению с ДЗ генетические влияния можно считать значительными. При одинаковой степени внутрипарного сходства у МЗ и ДЗ близнецов наследственные влияния отчетливо не проявляются.

Второй вариант близнецового метода заключается в создании для близнецов

(лучше МЗ) разных средовых условий, например режимов воспитания, учебных программ и т. д. Тестирование разлученных (в пределах пары) близнецов до и после экспериментальной фактической реализации результатов последнего.

Применение первого варианта близнецового метода позволило Б. А. Никитюку с сотрудниками установить ряд закономерностей. Так, было показано, что степень наследственной обусловленности морфологических признаков выше, чем функциональных. Было установлено, что среди размеров тела его длина более жестко детерминирована генетически, чем вес. Существуют локальные особенности генетической обусловленности



Рис. 1.4. Дизиготные близнецы (возраст — 14 лет)

ловленности скелетных размеров (рис. 1.5). Выявляются и топографические отличия: толщина мышечного и подкожножирового слоев на предплечье детерминирована наследственностью больше, чем на плече (рис. 1.6). По мнению исследователей, это можно объяснить значительной перестройкой в антропогенезе мышц предплечья, обеспечивающих работу кисти; в процессе трудовой деятельности мышцы плеча изменялись в меньшей степени.

Сравнение целостной характеристики организма (тип телосложения) с ее составляющими (развитием скелета, мышечной системы и жиросложения) показало большую наследственную обусловленность целого по сравнению с его частями.

Установлена неравномерность генетических влияний на разных этапах роста и развития. Сравнение близнецовых материалов по новорожденным, дошкольникам, детям младшего и старшего школьного возраста показало повышение наследственной обусловленности тотальных размеров тела в ряду от новорожденных к дошкольникам



гом. Носителями генетической информации являются специально организованные материальные структуры: хромосомы, ДНК, гены.

Для морфологии человека особую ценность представляют вопросы антропогенетики — наименее изученной области генетики.

Новые перспективы развития научной мысли нередко вызываются к жизни новыми методами. Переворот в морфологии был совершен с появлением метода близнецовых исследований.

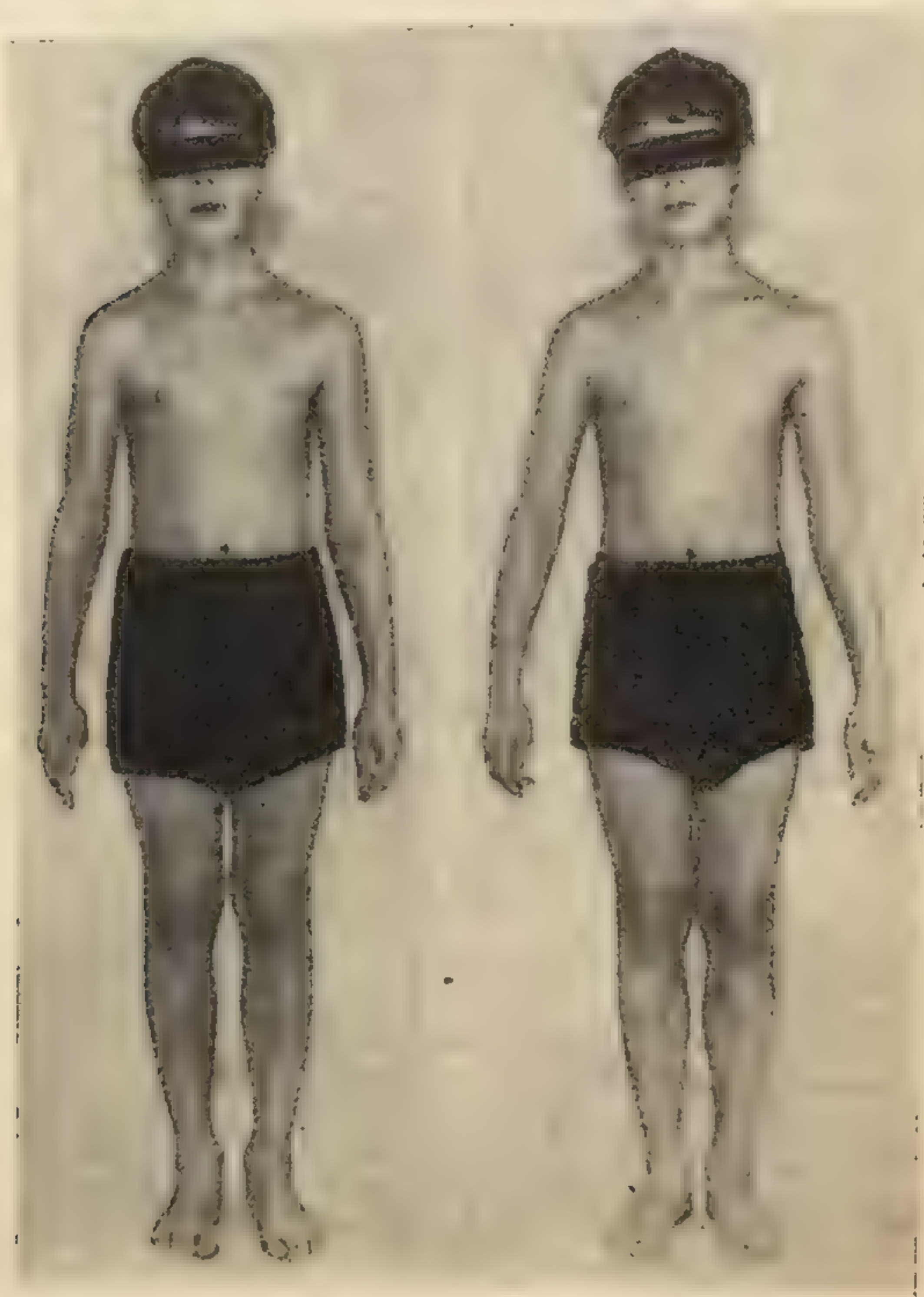


Рис. 1.3. Монозиготные близнецы (возраст — 12 лет)

Близнецовый метод имеет два варианта. Первый основывается на сопоставлении меры внутрипарной изменчивости у монозиготных — МЗ (генетически идентичных) и дизиготных — ДЗ (генетически сходных, как два одиночно рожденных брата или сестры) близнецов (рис. 1.3; 1.4), т. е. на предположении о том, что средовые условия для партнеров по монозиготным и дизиготным парам одинаковы. И если это действительно так, то отличия внутрипарной изменчивости можно объяснить генетической природой. При большей степени внутрипарного сходства МЗ близнецов по какому-либо признаку по сравнению с ДЗ генетические влияния можно считать значительными. При одинаковой степени внутрипарного сходства у МЗ и ДЗ близнецов наследственные влияния отчетливо не проявляются.

Второй вариант близнецового метода заключается в создании для близнецов



(лучше МЗ) разных средовых условий, например режимов воспитания, учебных программ и т. д. Тестирование разлученных (в пределах пары) близнецов до и после эксперимента позволяет судить об эффективности результатов последнего.

Применение первого варианта близнецового метода позволило Б. А. Никитюку с сотрудниками установить ряд закономерностей. Так, было показано, что степень наследственной обусловленности морфологических признаков выше, чем функциональных. Было установлено, что среди размеров тела его длина более жестко детерминирована генетически, чем вес. Существуют локальные особенности генетической обус-



Рис. 1.4. Дизиготные близнецы (возраст — 14 лет)

ловленности скелетных размеров (рис. 1.5). Выявляются и топографические отличия: толщина мышечного и подкожножирового слоев на предплечье детерминирована наследственностью больше, чем на плече (рис. 1.6). По мнению исследователей, это можно объяснить значительной перестройкой в антропогенезе мышц предплечья, обеспечивающих работу кисти; в процессе трудовой деятельности мышцы плеча изменяться в меньшей степени.

Сравнение целостной характеристики организма (тип телосложения) с ее составляемыми (развитием скелета, мышечной системы и жиротложения) показало большую наследственную обусловленность целого по сравнению с его частями.

Установлена неравномерность генетических влияний на разных этапах роста и развития. Сравнение близнецовых материалов по новорожденным, дошкольникам, детям младшего и старшего школьного возраста показало повышение наследственной обусловленности тотальных размеров тела в ряду от новорожденных к дошкольникам



и детям 8—11 лет с последующим понижением ее к 12—15 годам. Сравнение абсолютной величины морфологических признаков и темпов их изменения во времени установило меньшую наследственную обусловленность последних.

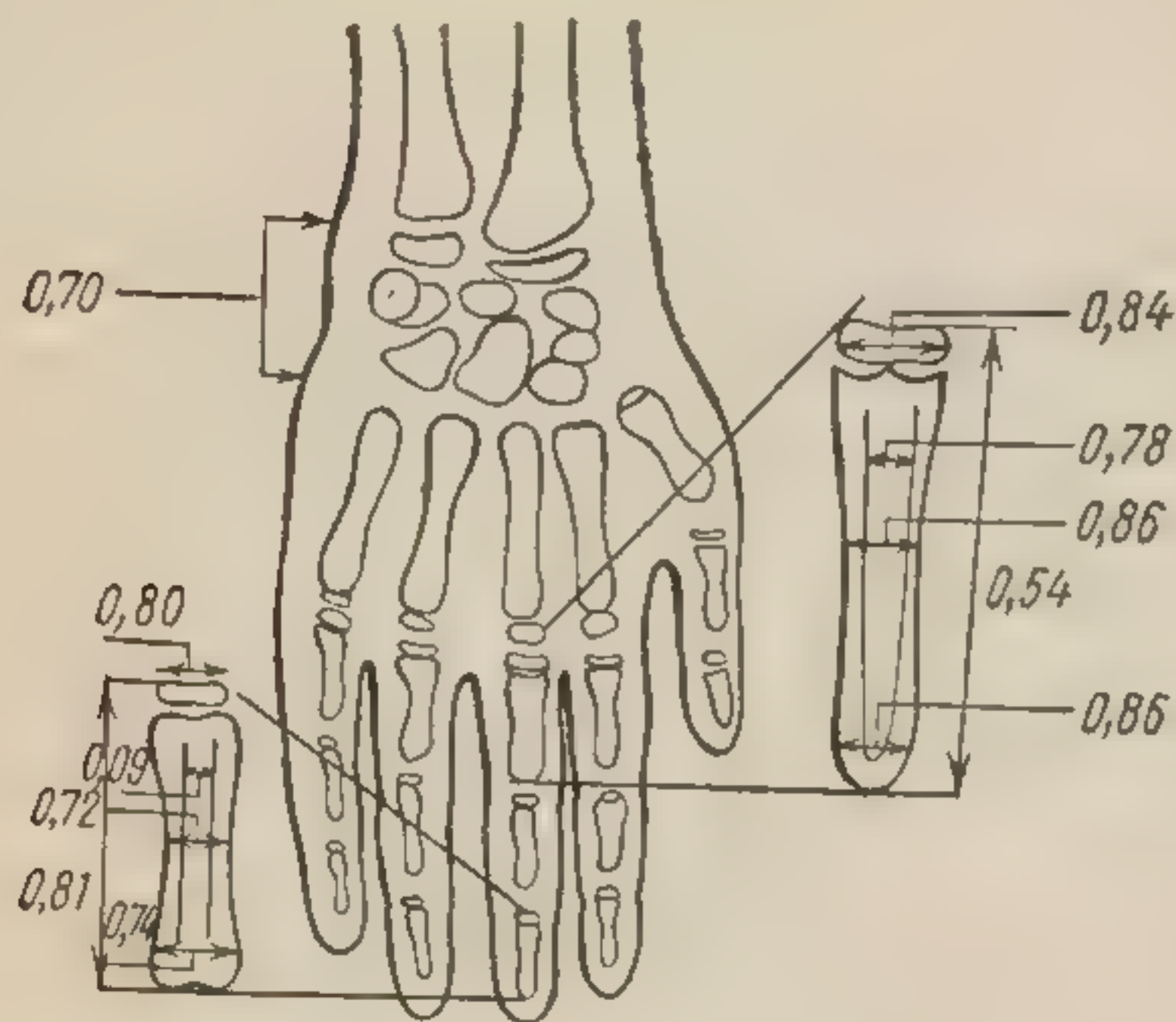


Рис. 1.5. Показатели наследственных влияний (Хольцингера) для трубчатых костей кисти (по Никитюку, 1972). Цифры показывают отношение наследственных влияний к общей сумме последних

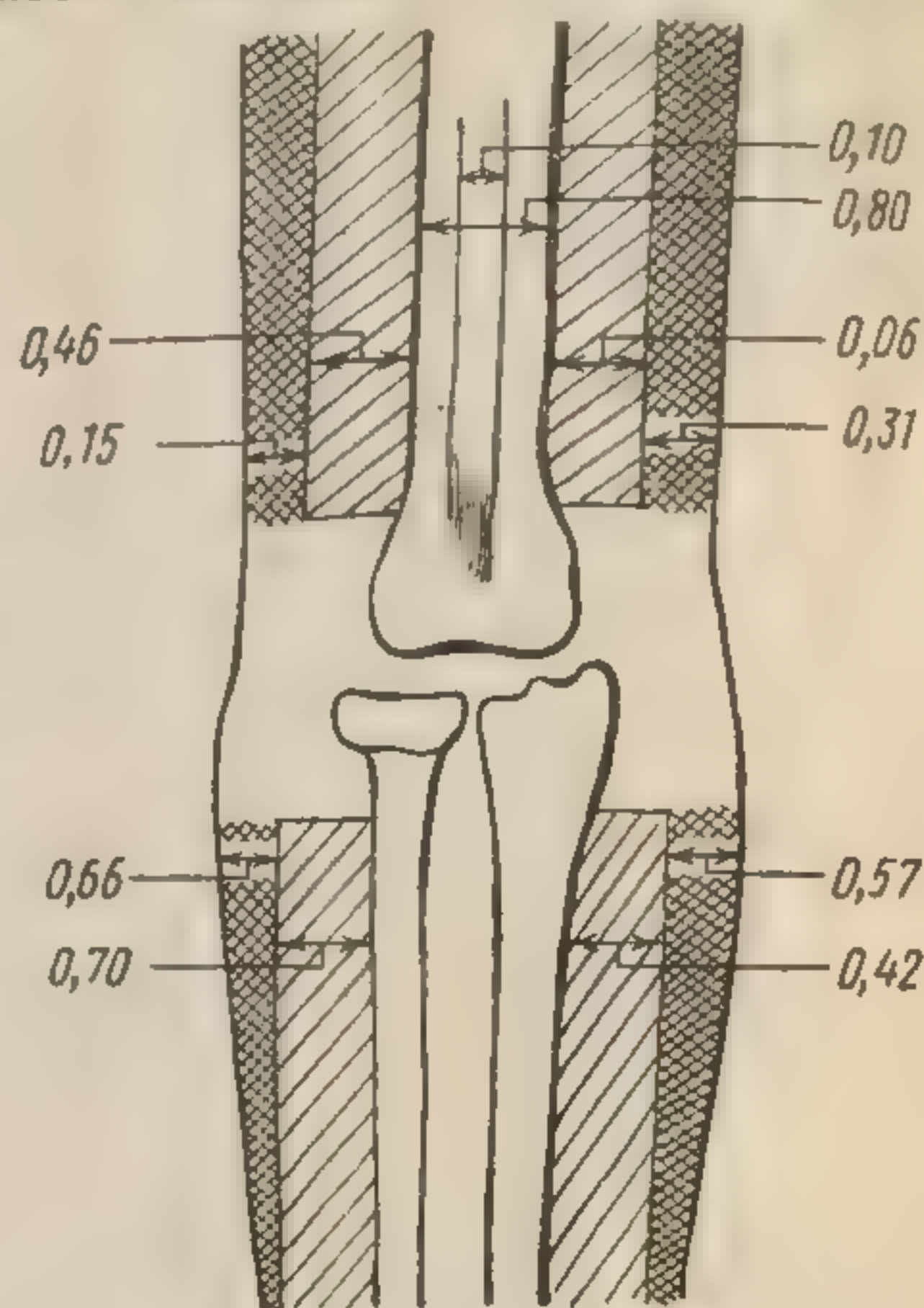


Рис. 1.6. Показатели наследственных влияний (Хольцингера) для различных структур плеча и предплечья.

Косая штриховка — мышцы, сплошная штриховка — подкожно-жировой слой (по Никитюку, 1972)

## ПРОБЛЕМА БИОЛОГИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО В СОВРЕМЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

На смену односторонним метафизическим представлениям о ведущей роли биологических факторов в онтогенезе человека (биологизаторство) или социальных факторов (социологизаторство) пришли научно обоснованные взгляды о важности как тех, так и других влияний на процессы роста, развития и старения. Организм приобретает дефинитивные (окончательные) формы в ходе созревания и теряет их при старении в итоге сложного взаимодействия унаследованного и приобретенного, при реализации генетической программы в условиях конкретной среды. Последняя определяет полноту реализации.

Методологическим стержнем современной морфологии служит общемировоззренческая проблема биологического и социального. Единственным научным подходом к решению этой проблемы служит исторический. Он был указан в свое время К. Марксом и Ф. Энгельсом, воспринимавшими человека как продукт истории.

С позиций марксистской философии биологическое и социальное — это две последовательные фазы движения материи. Последующая фаза включила в себя элементы предыдущей, не отменив, но преобразовав их.

Человек обрел свою социальность в ходе длительного развития. Его организация, в первую очередь организация нервной системы, головного мозга, социальна, что не отменяет биологические особенности,



а ставит их на новую, недоступную другим животным ступень. Генетическая программа человека аккумулировала в ходе его эволюции социально опосредованные черты организации.

Человек разумный сложился как биологический вид в ходе антропогенеза, происходившего в тесной связи с социогенезом. Человек стал человеком потому, что на фоне относительной физической слабости (в царстве животных встречались, несомненно, виды, превосходившие его по скорости реакции, силе мышц и остроте зубов) он обрел средства защиты, изготавливая орудия труда и охоты, стал коллективным существом, в своих поступках руководствовался не столько интуитивным, врожденным опытом, сколько переданным ему в форме социальной программы наследования (по Н. П. Дубинину). Можно полагать, что мера усвоения этой программы была могущественным фактором отбора, сохранявшего для будущего гены тех особей, которые наиболее полно воспринимали секреты охоты, технологию изготовления орудий и многое другое, заложенное в программе социального наследования.

Сейчас не подлежит сомнению, что биологические преобразования гоминид в ходе антропогенеза происходили под влиянием социальных факторов. При этом уменьшилась роль индивидуального отбора и усилилось действие группового биосоциального отбора, способствовавшего выживанию первобытных коллективов с наиболее совершенной (по существующим возможностям) социальной структурой. Согласно Я. Я. Рогинскому, результатом этого стали рост производительности труда, забота о женщинах, детях, престарелых и больных людях.

Усвоение социальной программы было возможным благодаря прогрессивным преобразованиям полушарий мозга. Существует и обратная зависимость. Способность усвоения социальной программы сделалась важнейшим фактором индивидуального и группового отбора, элиминируя особей с недостаточным (для усвоения существующей социальной программы) развитием центральной нервной системы и, наоборот, давая преимущество тем, чья нервная система обеспечила лучшее восприятие социальной программы.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

Признание детерминированности организма социальными (средовыми) условиями требует учитывать и роль отдельных экологических факторов. Организм приспосабливается к их действию как исторически, так и индивидуально. Историческая адаптация — итог длительного приспособления к условиям среды отдельных групп человечества. Основные механизмы приспособления — естественный отбор и мутационный процесс, определяющий изменчивость организмов и поставляющий материал для естественного отбора. Определенную роль играли также половой отбор, действие изоляции и смещения населения. При совместном действии этих факторов происходило в значительной мере формирование рас. В результате люди, жившие в условиях тропического экваториального климата, приобрели особенности, типичные для негроидной расы. Темная кожа с большим содержанием пигмента меланина предохраняла их от чрезмерного действия солнечных лучей, а курчавые волосы защищали голову от перегрева. В условиях степей и пустынь Азии возникли черты приспособления к резким колебаниям дневной и ночной температуры, песчаным бурям и другим факторам. Некоторые морфологические особенности подобного рода (плосколицесть, эпикантус и др.) вошли в состав монголоидного комплекса ра-



совых признаков. По мнению многих исследователей, европеоидная раса сформировалась позже негроидной. При миграции негроидов на север естественный отбор мог действовать против высокого содержания меланина в коже, вызывая ее посветление. При недостатке ультрафиолетовой инсоляции повышенное содержание меланина в коже препятствовало выработке витамина D, что нарушало водно-солевой обмен и затрудняло выживаемость подобных организмов.

Возникнув тысячелетия назад, расовые типы утратили сейчас свое приспособительное значение. Слагающие их морфологические признаки несут отчетливую генетическую детерминированность, и какая-либо динамика выраженности их в поколениях имеет лишь наследственную природу. Это не означает, что организм утратил способность адаптироваться к условиям окружающей среды. Однако его приспособления возникают не на генотипическом, а на фенотипическом уровне, т. е. не наследуются. Характерной чертой этих приспособлений служит их обратимость (при изменившейся экологической ситуации) и ограниченность. Они лимитированы генетическим аппаратом клетки.

Приспособления к среде могут совершаться на разных морфологических уровнях — от организменного до субклеточного и молекулярного. Чем ближе уровень приспособления к молекулярному, тем, как правило, оно эффективнее, более генерализован его механизм, тем более оно „надежно“. В этой связи возникли представления о существовании рациональных и иррациональных форм приспособления организмов к физическим нагрузкам. Не исключено, что эти понятия могут быть перенесены и на результат действия иных экологических факторов.

### **МНОГООБРАЗИЕ ФОРМ И ФАКТОРОВ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА**

Каждый человек морфологически уникален, так как неповторима наследственная программа, реализованная в его онтогенезе, специфичны и условия среды, контролирующие реализацию генотипа в фенотип. Среди морфологических индивидуальностей могут быть выделены по принципу сходства определенные типы, т. е. обобщенные варианты изменчивости.

Изменчивость строения тела устанавливается при межпопуляционных, внутривидовых и индивидуальных сопоставлениях. Она имеет как географическую (в связи с экологическими условиями), так и историческую обусловленность. В последнем случае варибельность структур, особенно размеров тела, зависит от генотипических особенностей, возникающих при миграции и смещении населения, и от изменения экологических условий. Нередко морфологические перестройки организма имеют циклический характер, закономерно повторяясь с определенной периодичностью. Так, установленное Г. Ф. Дебецем в 40-х гг. по палеоантропологическим данным расширение черепа человека (брахицефализация) сменяется в последнее время возвращением к исходной форме (дебрахицефализация). Возможно, подобным же образом чередовались у человека современного типа изменения массивности скелета — грацилизация и матуризация. С определенной циклическостью изменяются во времени размеры тела новорожденных, возраст начала менструаций у девочек и некоторые другие признаки.

Подтверждением широкой морфологической изменчивости человеческого организма служат асимметрия (диссимметрия) строения тела, неравномерность количественной и качественной выраженности его



структур справа и слева. Примером может быть расположение непарных органов: сердца, печени, желудка, селезенки и других, сдвинутых в сторону от медианной плоскости тела. Для человека характерно функциональное преобладание правой верхней и левой нижней конечности — праворукость и левоноготь.

\* \*  
\*

Методологические вопросы, рассмотренные выше, не исчерпывают собой всего богатства современной морфологии. Однако из их рассмотрения следует прежде всего, что диалектико-материалистический подход внутренне присущ современной морфологии. Это интуитивно под-разумевалось великими анатомами прошлого, которых принято именовать стихийными материалистами. Возникновение марксистско-ленинского учения вдохнуло новую жизнь в морфологическую науку, сделало очевидным то, о чем они могли лишь предполагать.

## ГЛАВА II

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

Рост и развитие организма — сложные явления, результаты многих метаболических процессов и размножения клеток, увеличения их размеров, процессов дифференцировки, формообразования и т. д. Этими проблемами занимаются специалисты самого разного профиля: эмбриологи, морфологи, генетики, физиологи, медики, биохимики и др.

Существуют два вида морфологических исследований процесса роста у человека: продольные и поперечные. При продольных исследованиях (индивидуализирующий метод) в течение ряда лет измеряют ежегодно или несколько раз в год одних и тех же детей. При поперечных исследованиях (генерализирующий метод) — за короткий промежуток времени обследуются дети разных возрастов. Тем самым воссоздается усредненная картина процесса роста для данной группы. Трудность продольных исследований заключается в том, что при сборе материала, как правило, часть детей выбывает и практически не удается обследовать всю намеченную группу. Поэтому нередко применяют те или иные варианты смешанного продольного исследования. Поперечные исследования дают возможность установить нормальные ростовые показатели и границы нормы для каждого возраста, однако в отличие от продольных они не вскрывают индивидуальных различий в динамике роста. На основании продольных исследований можно выявить взаимосвязь морфологических и функциональных показателей, а также понять роль эндогенных и экзогенных факторов в регуляции роста.

Первые продольные наблюдения были проведены в 1759—1777 гг. графом Филибертом де Монбейяром, проследившим за развитием своего сына от рождения до 18 лет: эти данные впервые были опубликованы Бюффеном в приложении к его «Естественной истории». Начало попе-



речных исследований связано с именем бельгийского ученого А. Кетле (1836). В России первые измерения детей и подростков были проведены Н. Н. Виллямовским (1866) в гимназиях Петербурга, а продольный метод исследования одним из первых применил А. О. Карнацкий (1905). С тех пор поперечными и значительно в меньшей мере продольными исследованиями охвачено большинство территориальных и этнических групп населения земного шара, благодаря чему созданы нормативы соматического развития детей и подростков.

## ПЕРИОДИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Существовало много попыток дать периодизацию онтогенеза, или индивидуального развития. Само понятие «онтогенез» было введено в биологию Э. Геккелем при формулировании им биогенетического закона. С понятием онтогенеза Э. Геккель связывал только внутриутробное развитие. Вслед за ним многие исследователи противопоставляли период онтогенеза взрослому состоянию. А. Н. Северцов расширил это понятие, выделив два периода в жизненном цикле: период собственно индивидуального развития, или онтогенеза, и период половой зрелости, или взрослого состояния, когда осуществляются функции размножения. В дальнейшем с понятием онтогенеза стали связывать всю совокупность последовательных изменений организма от стадии оплодотворенной яйцеклетки до старости и смерти.

Вопрос о периодах, на которые можно разделить человеческую жизнь, нашел отражение в многочисленных схемах. На рубеже XIX—XX вв. появился классический труд Н. П. Гундобина «Особенности детского возраста» (1906), где на основе анатомо-физиологических данных приводится схема периодизации онтогенеза. Несколько позже была широко распространена схема немецкого ученого С. Штратца (1921), который в основу периодизации положил интенсивность роста тела и созревания половых желез. В последние два десятилетия нашли широкое применение схемы И. А. Аршавского, В. В. Бунака, Г. Гримма, Мартинна — Заллера, М. С. Маслова, А. В. Нагорного, А. Ф. Тура и других.

Разработка научно обоснованной периодизации онтогенеза человека исключительно сложна. Очевидно, что только одни какие-либо признаки — морфологические, физиологические или биохимические — не могут быть положены в основу периодизации. Необходим комплексный подход. Кроме того, при периодизации следует учитывать не только биологические, но и социальные факторы, связанные, например, с обучением детей или уходом на пенсию лиц пожилого возраста.

В наиболее общей форме периодизация онтогенеза млекопитающих вообще и человека в частности была предложена школой А. В. Нагорного в 60-х гг. Весь полный цикл индивидуального развития эти авторы делят на два периода: пренатальный (внутриутробный) и постнатальный (внеутробный). В постнатальном развитии выделяются три периода: 1) период роста, когда происходит формирование всех особенностей организма (морфологических, физиологических, биохимических); 2) период зрелости, в течение которого все эти особенности достигают полноценного развития и остаются в основном неизменными; 3) период старости, характеризующийся уменьшением размеров тела, постепенным ослаблением физиологических функций.

В 1965 г. детальная схема периодизации онтогенеза человека была предложена В. В. Бунаком (табл. II.1). По этой схеме весь период онтогенеза делится на три стадии: прогрессивную, стабильную и регрессивную. Для их разграничения предлагаются следующие показатели:



для прогрессивной стадии — продольный рост тела, прекращение которого означает конец стадии; для стабильной стадии — увеличение жирового слоя, нарастание веса, стабильный уровень функциональных показателей; для регрессивной стадии — падение веса тела, снижение функциональных показателей, изменения покровов, осанки, скорости движений.

Таблица II.1

Схема периодизации индивидуального развития (Бунак, 1965)

Стадия	Период	Возраст	Пол	
			мужской	женский
Внутриутробный цикл				
Прогрессивная	эмбриональный		0—8	} нед
	переходный		8—16	
	фетальный	ранний	4—6	} мес
		средний	7—8	
		поздний	8—10	
Внеутробный цикл				
	младенческий	начальный	1—3 мес	
			4—6 »	
		средний	7—9 »	
		конечный	10—12 »	
	первого детства	начальный	1—4 года	
		конечный	5—7 лет	
	второго детства	начальный	8—10 »	8—9 лет
		конечный	11—13 »	10—12 »
	подростковый		14—17 »	12—16 »
		юношеский	18—21 год	17—20 »
Стабильная	взрослый	первый	22—28 лет	21—26 лет
		второй	29—35 »	27—32 года
	зрелый	первый	36—45 »	33—40 лет
		второй	46—55 »	41—50 »
Регрессивная	пожилой (предстарческий)	первый	56—63 года	51—57 лет
		второй	64—70 лет	58—63 года
	старческий	первый	71—77 »	64—70 лет
		второй	78—83 года	70—77 »
	позднестарческий		84 »	78 »

Сходная схема возрастной периодизации постнатального развития человека (табл. II.2) была принята на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии, состоявшейся в 1965 г. Эта схема нашла широкое применение в антропологии, педиатрии и педагогике.

**Схема возрастной периодизации.** Пренатальный период подразделяется на два: эмбриональный и фетальный (плодный). В течение первого периода, который продолжается 8 нед., происходит формирование органов и частей тела, свойственных взрослому человеку. В фетальный период главным образом увеличиваются размеры и завершается органогенез. Скорость роста плода возрастает до 4—5 мес. После 6 мес скорость роста линейных размеров уменьшается. По-видимому,



одна из причин замедления роста в конце внутриутробного периода — ограниченные размеры полости матки. По данным Дж. Таннера, скорость роста близнецов замедляется в тот период, когда их общий вес становится равным весу одиночного 36-недельного плода. Следовательно, материнский организм (размеры матки и плаценты, питание матери и т. п.) оказывает значительное влияние на рост плода и размеры новорожденного.

Таблица II.2

Схема возрастной периодизации онтогенеза человека, принятая на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (Москва, 1965)

1. Новорожденные	1—10 дней
2. Грудной возраст	10 дней—1 год
3. Раннее детство	1—3 года
4. Первое детство	4—7 лет
5. Второе детство	8—12 » (мальчики)
	8—11 » (девочки)
6. Подростковый возраст	13—16 » (мальчики)
	12—15 » (девочки)
7. Юношеский возраст	17—21 год (юноши)
	16—20 » (девушки)
8. Зрелый возраст, I период	22—35 » (мужчины)
» » , II период	21—35 » (женщины)
	36—60 » (мужчины)
	36—55 » (женщины)
9. Пожилой возраст	61—74 года (мужчины)
	56—74 » (женщины)
10. Старческий возраст	75—90 лет (мужчины и женщины)
11. Долгожители	90 лет и выше

Сразу после рождения наступает период, называемый *периодом новорожденности*. Основанием для его выделения служит тот факт, что в это время имеет место вскармливание ребенка молозивом в течение 8—10 дней.

Следующий период — *грудной* — продолжается до 1 года. Начало его связано с переходом к питанию «зрелым» молоком. Во время грудного периода наблюдается наибольшая интенсивность роста по сравнению со всеми остальными периодами внеутробной жизни. Длина тела увеличивается от рождения до года примерно в 1,5 раза, а вес утраивается (см. гл. IV). С 6 мес. начинают прорезываться молочные зубы.

*Период раннего детства* длится от 1 года до 4 лет. На 2-3-м году жизни заканчивается прорезывание молочных зубов. После 2 лет абсолютные и относительные величины годовых приростов размеров тела быстро уменьшаются.

С 4 лет начинается *период первого детства*, который заканчивается в 7 лет. В этот период некоторые исследователи отмечают небольшое увеличение скорости роста, называя его «первым ростовым скачком»; однако было обращено внимание на то, что этот скачок свойствен не всем детям. Начиная с 6 лет появляются первые постоянные зубы: первый моляр и центральный резец на нижней и верхней челюстях, латеральный резец на нижней челюсти.

Возраст от 1 года до 7 лет называют также *периодом нейтрального детства*, поскольку мальчики и девочки почти не отличаются друг от друга по размерам и форме тела. Следует отметить, однако, что уже в этот период у девочек больше количество жира



*Период второго детства* длится у мальчиков с 8 до 12 лет, у девочек с 8 до 11 лет. В этот период выявляются половые различия в размерах и форме тела, а также начинается усиленный рост в длину. Темпы роста у девочек выше, чем у мальчиков, так как половое созревание у девочек начинается в среднем на два года раньше. Примерно в 10 лет девочки обгоняют мальчиков по длине и весу тела, ширине плеч (I перекрест ростовых кривых, см. гл. IV). В этот период у девочек быстрее растут нижние конечности, происходит интенсивное увеличение показателей массивности скелета. В среднем к 12—13 годам у мальчиков и девочек заканчивается смена зубов (за исключением третьих моляров).

В период второго детства повышается секреция половых гормонов (особенно у девочек), в результате чего начинают развиваться вторичные половые признаки. Последовательность появления вторичных половых признаков довольно постоянна: у девочек сначала формируется грудная железа, затем появляются волосы на лобке, а потом в подмышечных впадинах. Матка и влагалище развиваются одновременно с формированием грудных желез. Средний возраст<sup>1</sup> развития грудных желез у девочек различных этнических групп колеблется от 9 до 10 лет. Средний возраст появления волос на лобке приходится на самый конец периода второго детства.

В гораздо меньшей степени в этот период процесс полового созревания выражен у мальчиков. Лишь к концу периода второго детства у них начинается ускоренный рост яичек, мошонки, а затем полового члена. По данным болгарских медиков, длина полового члена в возрасте от 8 до 10 лет практически не меняется и увеличивается к 12 годам всего на 0,7 см.

Следующий период — *подростковый* — называют также периодом *полового созревания*, или *пубертатным*. Он продолжается у мальчиков с 13 до 16 лет, у девочек — с 12 до 15 лет. Датировку этого периода (см. табл. II.2) нельзя считать окончательной, поскольку по уровню полового созревания 13-летние мальчики соответствуют не 12-, а 11-летним девочкам. Поэтому у мальчиков к началу подросткового периода только начинается половое созревание, напротив, у девочек оно в значительной степени захватывает еще и предшествующий период. В этот период наблюдается дальнейшее увеличение скоростей роста — пубертатный скачок, который касается всех размеров тела. Наибольшие прибавки по длине тела у девочек имеют место между 11 и 12 годами, по весу тела — между 12 и 13 годами; у мальчиков соответственно — между 13 и 14 и 14 и 15 годами. Особенно велики скорости роста большинства размеров у мальчиков, в результате чего в 13,5—14 лет они обгоняют девочек по длине тела (II перекрест ростовых кривых, см. гл. IV). К концу подросткового периода размеры тела составляют 90—97% своей окончательной величины.

В подростковый период происходит перестройка основных физиологических систем организма (мышечной, кровеносной, дыхательной и др.). К концу периода основные функциональные характеристики подростков приближаются к характеристикам взрослого организма. У мальчиков в это время особенно интенсивно развивается мышечная система.

В подростковый период формируются вторичные половые признаки. У девочек продолжается развитие грудных желез, рост волос на лобке

<sup>1</sup> В качестве среднего возраста развития того или иного признака принимается возраст, в котором у 50% обследованных детей и подростков данный признак уже выражен, а у остальных отсутствует.



и в подмышечных впадинах. Наиболее четким показателем полового созревания женского организма является первая менструация (менархе). Она обычно начинается после того, как пройден максимум скорости роста тотальных размеров тела. В 1970—1980 гг. возраст появления менархе у городского населения СССР и большинства европейских стран около 13 лет. У девочек, живущих в сельской местности, отмечены более поздние сроки менархе: разница с городским населением составляет от 6 до 10 мес. Наиболее поздние сроки первой менструации характерны для подростков, живущих в экстремальных условиях обитания. Например, у девочек высокогорья Киргизии первая менструация наступает в 15 лет, что связывают с адаптацией к гипоксии.

В подростковый период происходит интенсивное половое созревание мальчиков. Продолжается рост яичек и полового члена, особенно интенсивно в 13—14 лет. К 13 годам происходит мутация голоса и появляются волосы на лобке; к 14 годам наблюдается пубертатное набухание сосков и появляются волосы в подмышечных впадинах. К 15 годам начинается рост волос на верхней губе и подбородке. В 14—15 лет у мальчиков появляются первые поллюции (непроизвольные извержения семени).

Следует заметить, что у мальчиков по сравнению с девочками более продолжителен предпубертатный период и сильнее выражен пубертатный скачок. Дж. Таннер считает, что «различия в размерах тела между взрослыми мужчинами и женщинами в значительной степени зависят от времени наступления, продолжительности и интенсивности пубертатного скачка роста. До этого скачка различия в росте между мальчиками и девочками не превышают 2%, а после него они достигают в среднем 8%» (Харрисон и др., 1968, с. 265).

*Юношеский возраст* продолжается у юношей от 18 до 21 года, у девушек — от 17 до 20 лет. В этот период в основном заканчивается процесс роста и формирования организма и все основные размерные признаки тела достигают дефинитивной (окончательной) величины.

В зрелом возрасте форма и строение тела изменяются мало. Правда, у 20—30-летних людей еще продолжается рост позвоночного столба за счет отложения новых слоев костного вещества на верхних и нижних поверхностях позвонков. Однако этот рост незначителен, он не превышает в среднем 3—5 мм. Между 30 и 45—50 годами длина тела остается постоянной, а потом начинает уменьшаться (см. гл. IV). В пожилом и старческом возрасте происходят инволютивные изменения организма (см. с. 26).

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ

При описании основных морфологических особенностей человека в различные возрастные периоды используют, как правило, средние показатели. Однако индивидуальные различия в процессах роста и развития могут варьировать в широких пределах. Особенно сильно эти различия проявляются в период полового созревания, когда за сравнительно короткий промежуток времени происходят весьма существенные морфологические и физиологические перестройки организма. Существенное индивидуальное колебание процессов роста и развития послужило основанием для введения такого понятия, как *биологический возраст*, или *возраст развития*.

Формулирование понятия «биологический возраст» имеет большое значение, поскольку для многих практических целей важна группиров-



ка детей не по календарному (паспортному) возрасту, а по степени их развития. У значительной части детей биологический и хронологический (календарный) возраст совпадают. Однако встречаются дети и подростки, у которых биологический возраст опережает хронологический или отстает от него.

Основными критериями биологического возраста считаются: 1) зрелость, оцениваемая по степени развития вторичных половых признаков; 2) скелетная зрелость (порядок и сроки окостенения скелета) и 3) зубная зрелость (сроки прорезывания молочных и постоянных зубов). Делались попытки определять биологический возраст и по форме тела, т. е. по соотношению его размеров. Однако этот метод не нашел практического применения, поскольку размеры тела в каждом возрасте зависят от их дефинитивной величины, которая различна у разных людей.

При оценке биологического возраста в последнее время стали использовать показатели зрелости отдельных физиологических систем организма. Делаются также попытки определения биологического возраста на основании возрастных изменений микроструктур различных органов.

Оценка биологического возраста производится путем сопоставления соответствующих показателей развития обследуемого индивида со стандартами, характерными для данной возрастной, половой и этнической группы. Необходимо подчеркнуть, что в связи с процессом акцелерации эти стандарты периодически обновляются, для чего проводятся повторные исследования (подробнее об акцелерации развития см. гл. IV).

Для правильной оценки биологического возраста желательно использовать несколько показателей в их сочетании. Однако на практике при массовых обследованиях о биологическом возрасте приходится судить по каким-то отдельным показателям, достаточно хорошо отражающим развитие ребенка.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ПО СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ ВТОРИЧНЫХ ПОЛОВЫХ ПРИЗНАКОВ**

Биологический возраст широко определяют по степени развития вторичных половых признаков, поскольку это наиболее доступная оценка при массовых обследованиях.

Наиболее часто учитываются следующие признаки: развитие волос на лобке ( $P$ ) и в подмышечных впадинах ( $Ax$ ) у обоих полов; развитие молочных желез ( $Ma$ ) и наступление менархе ( $Me$ ) у девочек; пубертатное набухание сосков ( $C$ ) и перелом голоса у мальчиков. Различают несколько стадий развития каждого признака. Так, на стадии, обозначенной  $Ma_0$ , железы не выступают над поверхностью грудной клетки,  $Ma_1$  — выступают в виде конуса околососковый кружок вместе с соском,  $Ma_2$  — значительное конусообразное выступание желез,  $Ma_3$  — сосок поднимается над околососковым кружком,  $Ma_4$  — железа достигает размера и формы, характерной для взрослой женщины;  $P_0$  — волосы на лобке отсутствуют,  $P_1$  — единичные волосы,  $P_2$  — выраженный волосяной покров,  $P_3$  — длинные, густые вьющиеся волосы по всему лобку. У юношей выделяют стадию  $P_4$ , когда волосы поднимаются по белой линии живота. В подмышечных впадинах:  $Ax_0$  — отсутствие волос,  $Ax_1$  — единичные волосы,  $Ax_2$  — выраженный волосяной покров,  $Ax_3$  — полный волосяной покров. У мальчиков  $C_0$  — маленький сосок,  $C_1$  — набухание околососкового кружка,  $C_2$  — околососковый кружок



плоский, темнопигментированный, с редкими волосками по краю, сосок сформирован (все стадии по схеме Штефко и Островского, 1929).

Работами многих исследователей показано, что индивидуальная изменчивость в наступлении периода полового созревания исключительно велика. Примеры подобной изменчивости у девочек показаны на рис. 1.4 (см. с. 11) и в табл. II.3. На рис. 1.4 представлены фотографии двух девочек одного и того же паспортного (14 лет), но разного биологического возраста. Одна из девочек по своему развитию соответствует подростковой стадии, вторая — юношескому возрасту. Из табл. II.3 видны различия в развитии грудных желез ( $Ma$ ) —

самого первого признака полового созревания — у 12-летних русских девочек. Показано, какой процент обследованных имеет ту или иную стадию развития признака ( $Ma_0$ — $Ma_4$ ).

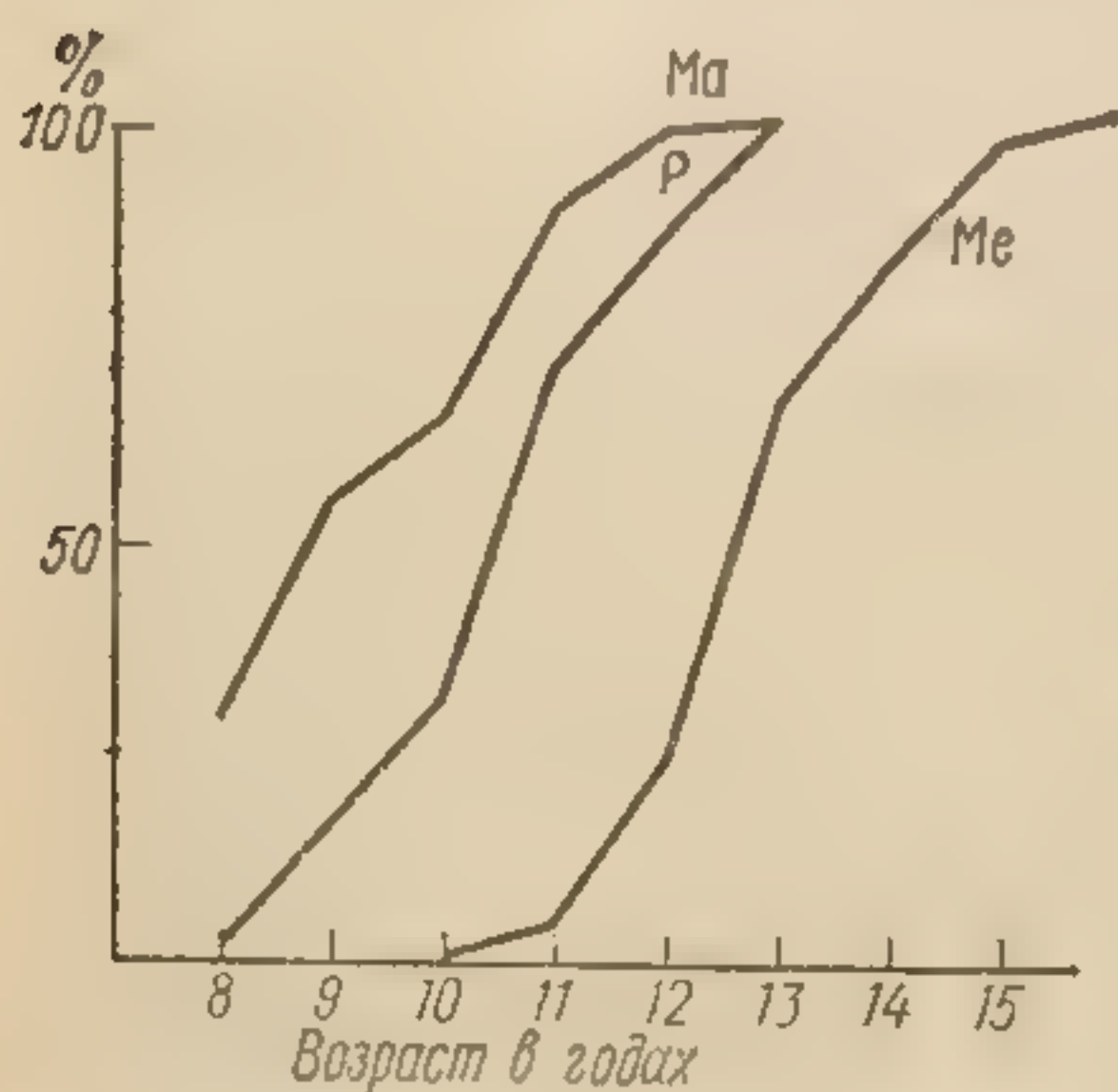


Рис. II.1. Вариативность в сроках появления волос на лобке ( $P$ ), в развитии грудных желез ( $Ma$ ) и наступлении менархе ( $Me$ ) у грузинских девочек (по Миклашевской и др., 1979)

Таблица II.3

$Ma_0$	$Ma_1$	$Ma_2$	$Ma_3$	$Ma_4$
3,3	13,3	46,7	25,0	11,7

Средний балл развития грудных желез у обследованных девочек равен 2,2. Так, у 3% девочек имеет место нулевая стадия, характерная в основном для 8—10 лет, а у 12% — четвертая стадия, характерная

для 16—17 лет. Таким образом, в 12-летнем возрасте можно встретить девочек, имеющих любую из 5 известных стадий.

На рис. II.1 показана вариативность в сроках появления волос на лобке ( $P$ ), развития грудных желез ( $Ma$ ) и менархе ( $Me$ ) у грузинских девочек. Возраст появления волос на лобке у них колеблется от 8 до 15 лет, возраст менархе — от 10 до 16 лет.

Подобный размах колебаний в сроках наступления полового созревания наблюдается и у мальчиков (см. рис. IV.6, с. 69). В табл. II.4 показано, какой процент среди 15-летних русских мальчиков имеет ту или иную стадию развития волос на лобке ( $P$ ) и в подмышечных впадинах ( $Ax$ ).

Таблица II.4

$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$Ax_0$	$Ax_1$	$Ax_2$	$Ax_3$
2,7	7,1	37,5	46,4	6,3	16,1	17,8	25,9	40,2

Видно, что в этом возрасте встречаются индивиды, имеющие самые разные стадии развития волос, начиная от нулевых, характерных для предпубертатного возраста, и кончая максимальными стадиями развития, характерными для взрослых.



Существует значительная корреляция между степенью развития вторичных половых признаков и размерами тела. У подростков размеры тела тем больше, чем сильнее развиты вторичные половые признаки (рис. II.3; табл. II.5; II.6).

На материалах продольных исследований было показано, что девочки с более ранними сроками менархе еще до наступления периода полового созревания крупнее и морфологически более зрелые, чем девочки, начавшие менструировать поздно. Рано созревающие девочки уже в 8 лет превосходят по основным тотальным размерам поздно созревающих (табл. II.7.).

Существует также связь между уровнем полового созревания и степенью развития мышечной системы: у подростков одного возраста показатели мышечной силы в среднем тем выше, чем более развиты вторичные половые признаки.

Таким образом, определение биологического возраста подростков по степени вторичных половых признаков может служить надежным критерием для правильной оценки их развития, но эти показатели могут быть использованы только в период полового созревания и при унифицированной системе оценки.

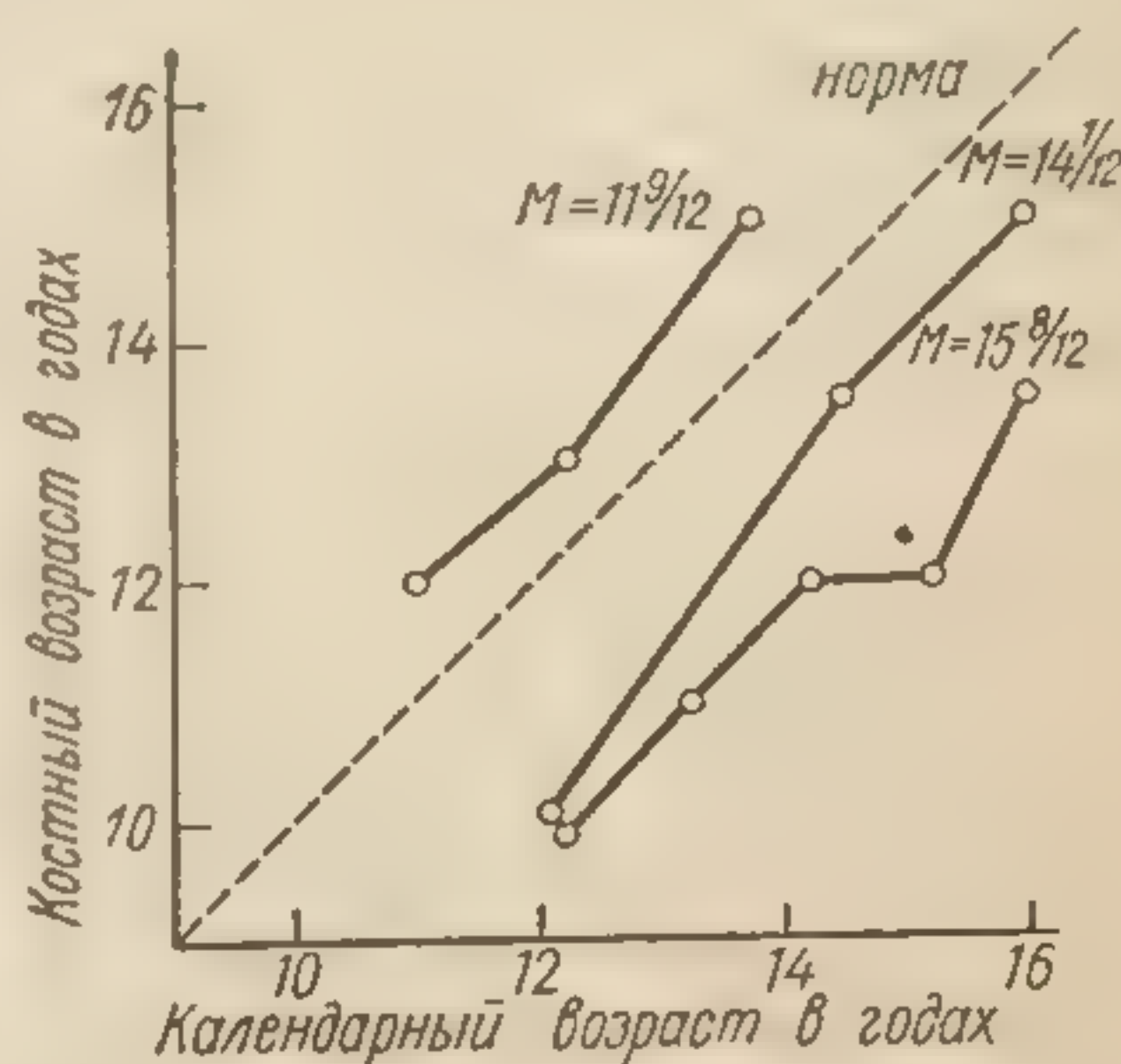


Рис. II.2. Соотношение между скелетной зрелостью и возрастом менархе: дан возраст скелетного развития девочек с ранним (11 лет 9 мес), средним и поздним возрастом менархе (по Доновану, Ван дер Верф Тен Бош, 1974)

Таблица II.5

Зависимость средних размеров тела у 13-летних русских мальчиков от стадий пубертатного набухания сосков (C) и развития волос на лобке (P)  
(Миклашевская и др., 1975)

Признак	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Длина тела, см . . . . .	147,0	153,2	157,0	146,4	150,5	158,4	162,7
Вес тела, кг . . . . .	37,4	43,1	46,4	37,1	41,2	45,7	51,2
Обхват груди, см . . . . .	71,7	75,9	78,6	71,6	74,4	78,2	80,9
Ширина плеч, см . . . . .	31,6	33,2	34,4	31,6	32,4	33,9	35,9
Ширина таза, см . . . . .	23,2	24,5	25,4	23,1	24,0	25,3	26,4

Таблица II.6

Зависимость средних размеров тела от стадий развития волос на лобке (P)  
у 12-летних русских девочек (Соловьева, 1973)

Признак	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Длина тела, см . . . . .	144,0	147,3	151,0	154,6
Вес тела, кг . . . . .	35,9	37,4	42,2	45,3
Обхват груди, см . . . . .	68,7	69,5	73,1	73,7
Ширина плеч, см . . . . .	30,7	31,6	32,3	32,8
Ширина таза, см . . . . .	23,3	23,9	24,9	25,5



Таблица II.7

Размеры тела рано и поздно созревающих девочек в 8 лет  
(Ямпольская, 1969)

Группа	Длина тела, см	Обхват груди, см	Вес тела, кг	Длина ноги, см	Ширина таза, см
Рано созревающие девочки, (менархе в 12 лет) . . . . .	127,4	61,2	27,8	68,3	21,2
Поздно созревающие девочки, (менархе в 14 лет) . . . . .	122,9	58,7	23,3	64,9	19,8

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ПО СТЕПЕНИ СКЕЛЕТНОЙ ЗРЕЛОСТИ

Скелетная зрелость, или «костный возраст», служит хорошим показателем биологического возраста для всех периодов. Костный возраст определяется по стадиям оссификации скелета: учитываются число точек окостенения, время и последовательность их появления, а также сроки наступления синостозов. Оссификация скелета тесно связана с биологическим развитием всего организма, и ее стадии приурочены к определенным этапам онтогенеза. Для определения костного возраста на практике в большинстве случаев используют стадии оссификации костей кисти и запястья (подробнее об оценке костного возраста см. гл. VI).

Индивидуальная вариабельность в сроках оссификации скелета достаточно велика. Так, сроки появления ядер окостенения в костях кисти у отдельных индивидов могут различаться на 4 — 5 лет (табл. II.8).

Таблица II.

Индивидуальная вариабельность в сроках окостенения костей кисти  
у русских детей Мурманска (Белогорский, 1973)

Кости	Мальчики		Девочки	
	ранние сроки	поздние сроки	ранние сроки	поздние сроки
Головчатая и крючковидная . . . . .	20 дней	4 мес	16 дней	3 мес
Трехгранная . . . . .	11 мес	4,5 года	10 мес	4 года
Полулунная . . . . .	1 год	6 лет	1 год	5 лет
Многоугольная и ладьевидная . . . . .	3 года	7 лет	2 года	6 лет
Гороховидная . . . . .	9 лет	14 »	6 лет	11 »
Сесамовидные в I пястно-фаланговом суставе . .	11 »	16 »	9 »	14 »

Существует взаимосвязь между половым созреванием и оссификацией скелета: при раннем половом развитии созревание скелета ускоряется (рис. II.2), а при позднем задерживается (рис. II.2). У девочек с ранним сроком менархе костный возраст опережает календарный. Напротив, при поздних сроках менархе костный возраст отстает от календарного.

В разные возрастные периоды степень связи между признаками полового созревания и окостенения скелета различна: у мальчиков она максимальна в 14—15 лет, у девочек в 12—13 лет. В этом возрасте коэффициенты корреляции между оссификацией и такими показателя-



ми полового созревания, как появление волос на лобке и в подмышечных впадинах, достигают 0,6—0,7. Коэффициенты корреляции между наступлением синостозирования в первой пястной кости и началом нормального менструального цикла составляют 0,85—0,91. Состояние костей кисти позволяет уже за несколько лет до полового созревания установить, у кого из детей пубертатный период наступит раньше, а у кого задержится.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ПО СТЕПЕНИ ЗУБНОЙ ЗРЕЛОСТИ

Зубная зрелость обычно определяется путем подсчета числа прорезавшихся зубов и сопоставления его с существующими стандартами (см. гл. VII).

В последнее время были предложены новые методы определения зубной зрелости с использованием стадий окостенения зубов по рентгенограммам челюстей. После завершения процесса кальцификации зубы сформировываются окончательно и не подвергаются никаким возрастным изменениям, если не учитывать механического стирания жевательных поверхностей.

Молочные зубы прорезываются у детей с 6 мес до 2 лет, постоянные зубы — в среднем от 6 до 13 лет (за исключением третьих моляров). Следовательно, зубная зрелость может использоваться в качестве показателя биологического возраста только до 13—14 лет. Безусловно, сроки прорезывания зубов зависят от общего уровня развития организма. Обнаружена связь между сроками прорезывания зубов и физическим развитием, половым созреванием и оссификацией скелета.

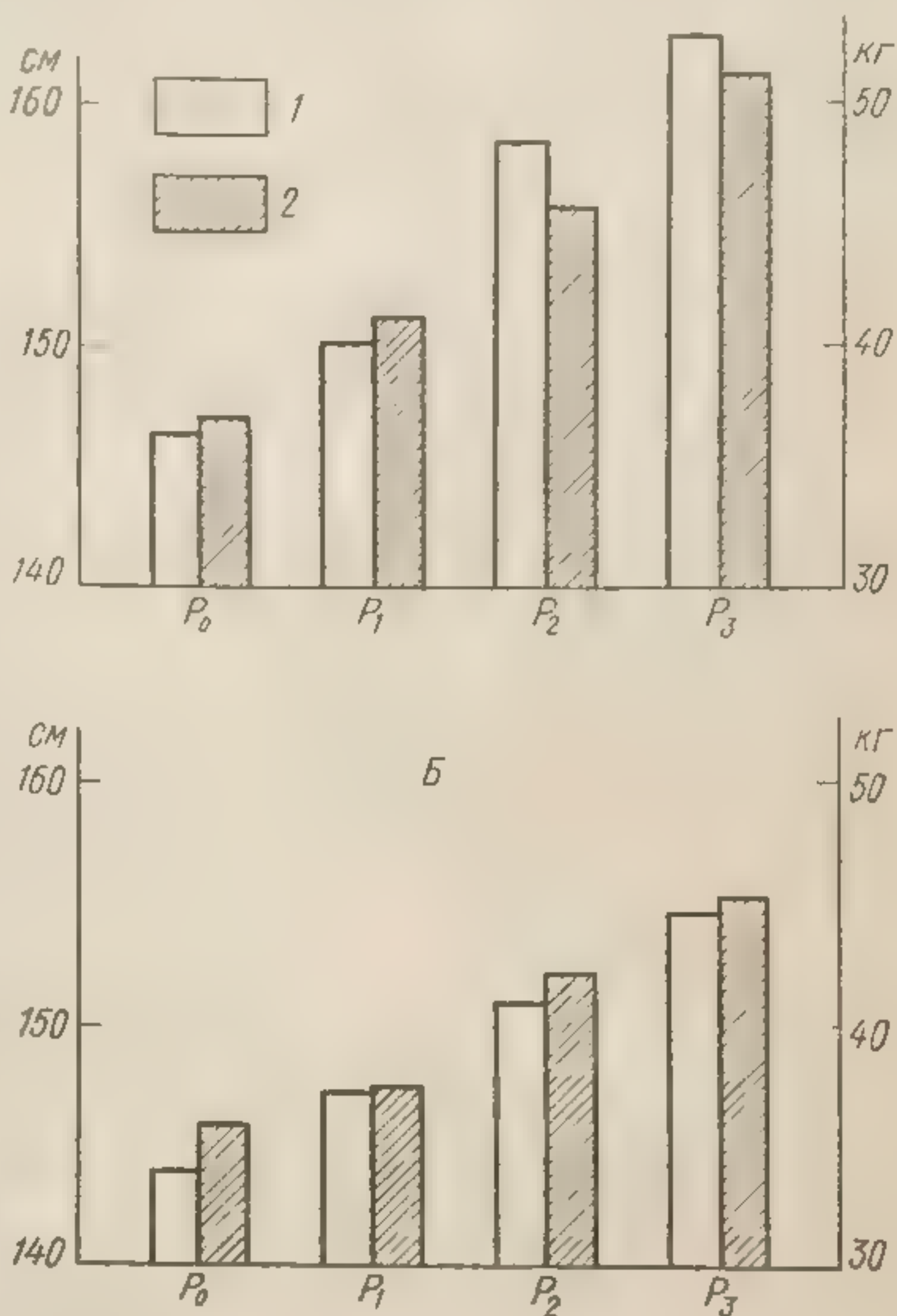


Рис. II.3. Взаимосвязь между половым созреванием и размерами тела (А — мальчики, Б — девочки).

P<sub>0</sub>—P<sub>3</sub> — стадии появления волос на лобке; 1 — длина тела, см; 2 — вес тела, кг

Таблица II.9

Число близнецовых пар, одинаковых по степени зрелости, %  
(Дарская и др., 1975)

Зиготность	Пол	Соматическая зрелость, n = 236	Костная зрелость, n = 130	Зубная зрелость, n = 99
МЗ	мальчики	53,5	58,1	65,5
	девочки	50,6	60,0	66,0
ДЗ	мальчики	24,0	37,1	47,4
	девочки	20,3	30,4	41,5



Сроки прорезывания зубов более консервативны, чем сроки оссификации скелета или развития вторичных половых признаков. На монозиготных (МЗ) и дизиготных (ДЗ) близнецах было показано, что между индивидами одной пары наблюдается большее сходство по зубной зрелости, чем по соматической или костной (табл. II.9).

На основании такого рода фактов некоторые авторы пришли к заключению, что по состоянию прорезывания зубов скорее можно судить о паспортном, чем о биологическом возрасте.

## СТАРЕНИЕ ОРГАНИЗМА

Старение — совокупность биологических процессов, происходящих в органах и системах тела в связи с возрастом, сокращающих адаптационные возможности организма и повышающих вероятность смерти. Старение — функция времени.

Начало старения не имеет четких границ. Обычно его приурочивают ко времени завершения процессов роста и дифференцировки организма. В этой связи отправным периодом следует считать третье десятилетие жизни.

В литературе обсуждается вопрос о физиологической или патологической природе старения. Еще Сенека считал старость неизлечимой болезнью. Однако, по мнению Галена, старость не болезнь, а особое состояние, пограничное между здоровьем и болезнью. Основоположник русской геронтологии И. И. Мечников считал старение патологическим состоянием организма. По преобладающему мнению современных ученых, старение — не болезнь, но в ряде случаев оно развивается на фоне болезни и поэтому бывает преждевременным. В отличие от этих представлений, И. В. Давыдовский утверждает, что преждевременного старения не существует. Каждый организм имеет свой жизненный цикл. Наряду с долгожительством и отсроченным старением существует короткоживительство и раннее старение. Для данного индивида раннее старение оказывается своевременным, ибо оно отвечает особенностям генотипа организма.

Какие особенности стареющего организма можно считать старческими? Старение приводит к дезинтеграции функций организма и повышает вероятность смерти. Поэтому американский геронтолог Б. Стреллер к истинно старческим изменениям относит лишь те, которые понижают жизнеспособность организма. В противоположность им существуют изменения, укрепляющие организм, повышающие надежность его органов и систем. Их нередко называют компенсаторно-старческими.

Развитие собственно старческих и компенсаторно-старческих изменений происходит неодновременно и неравномерно как в различных органах одной и той же системы, так и в масштабе целого организма.

Природа и причины старения в настоящее время интенсивно изучаются, но пока не получили единого объяснения. Существует свыше двухсот теорий старения, и ни одну нельзя признать всеобъемлющей.

К числу первичных проявлений старения без ошибки можно отнести изменения генетического аппарата клетки.

Согласно молекулярно-генетической гипотезе В. В. Фролькиса, изменения регуляторных звеньев генетического аппарата в процессе старения ведут к затуханию самообновления белков. Возникают вначале количественные, а затем, при нарушении структурных генов, и качественные изменения белкового обмена.

Особое место в старческой перестройке организма занимают изменения нервной и кровеносной систем. При старении происходит деге-



нервация нервных клеток центральной нервной системы; ослабевает ее регуляторное и трофическое влияние на организм. Изменения в кровеносной системе (см. гл. IX) усиливают этот процесс, так как ухудшают мозговое кровообращение.

Старение охватывает все органы и системы организма и проявляется морфологически и функционально (см. раздел «Частная морфология»). Происходят изменения метаболизма, в частности снижение активности основного обмена.

Хотя причины старения пока не ясны, уже сейчас можно говорить о факторах, регулирующих темп старения. На темпы некоторых старческих изменений организма, несомненно, влияют экологические факторы. Приведем пример. Одним из критериев старения является повышение уровня холестерина в крови. Так, у современных французов он повышается от зрелого возраста к пожилому, а в старости уменьшается. Однако у арабов Северной Африки уровень холестерина крови практически сохраняется постоянным в разных возрастных группах. Различие возрастной динамики этого показателя жирового обмена можно объяснить различиями рациона европейца (с большим содержанием жира в пище) и африканца (низкое содержание жира в пище). Высокое содержание холестерина в крови — сигнал развивающегося атеросклероза. По данным вскрытий, склеротические изменения венечных артерий сердца встречаются у жителей Японии в десять раз реже, чем у североамериканцев. Это также результат отличий в диете японцев, потребляющих очень мало животных жиров. Однако японцы, постоянно проживающие в США и питающиеся так же, как и остальное население США, столь же часто поражаются атеросклерозом, как и прочее население.

Существенная роль в темпах старения принадлежит и наследственным особенностям организма. Долголетие относится к числу наследуемых особенностей. По данным американских исследователей, 86% 90—100-летних людей имели долголетних родителей. При этом долголетие матери играет большую роль, чем долголетие отца.

Характерен соматотип долгожителя. Это чаще всего человек худощавый, с некоторой наклоностью к долихоморфным пропорциям тела.

При оценке возраста взрослых людей обычно учитывают особенности их внешности (морщинистость кожи, количество волос и степень их поседения), состояние скелета (признаки «костного возраста») и зубов («зубной возраст»). В гл. VII подробно рассматриваются стадии стирания твердых тканей зуба, учитываемые при определении возраста, в гл. VI — критерии оценки костного возраста. Следует отметить, что каждый из перечисленных критериев вне связи с другими не может быть достаточно надежным при установлении возраста взрослых людей, так как зависит от многих факторов, определяющих высокую изменчивость изучаемых признаков.

## СРАВНЕНИЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА И ПРИМАТОВ

Для человека характерно ускорение развития на ранних предимплантационных стадиях эмбриогенеза. Объясняется это тем, что зародыш человека должен как можно скорее имплантироваться в стенку матки, так как его положение в матке в связи с выпрямленностью тела человека до фиксации ненадежно. На более поздних стадиях пренатального онтогенеза наблюдается прогрессивное замедление развития человека. По сравнению с другими млекопитающими новорожденные человек у приматов малы и беспомощны, а человек при рождении отстает по



уровню соматического развития от новорожденных обезьян. Новорожденный детеныш низшей узконосой обезьяны по своему физическому состоянию соответствует ребенку 3—4 лет, а шимпанзе — 4—5-месячному, хотя вес тела новорожденных у крупных антропоморфных обезьян относительно меньше, чем у человека. У человека он составляет 5,6% от веса тела взрослого, у орангутана — 4,1, у гориллы — 2,6, у шимпанзе — 4,0%.

Рост и развитие обезьян после рождения происходят быстрее, чем человека. Детеныш мартышки в беспомощном состоянии бывает только в течение первых 2—3 мес, а детеныш шимпанзе — 5—6 мес. У обезьян быстрее, чем у человека, происходит окостенение запястья и прорезывание зубов. Так, у гориллы кости запястья окостеневают к 3 годам, у человека к 12—13 годам. Молочные зубы у макака прорезываются в промежутке от 0,5 до 5,5 мес, у шимпанзе — от 2,5 до 12,3 мес, у гориллы — от 3 до 13, у человека — от 7,5 до 28,8 мес. Постоянные зубы прорезываются у макака в промежутке от 1,8 до 6,4 года, у шимпанзе — от 2,9 до 10,2, у гориллы — от 3 до 10,5, у человека — от 6,2 до 20,5 года.

Обезьяны быстрее, чем люди, достигают половой зрелости: низшие обезьяны — к 3—6 годам, высшие — к 8—10. Общий рост у низших обезьян заканчивается к 7 годам, у крупных антропидов — к 11, у человека — к 20 годам. У человека более длительны все периоды жизни, больше и общая ее продолжительность: низшие узконосые живут в среднем 25 лет, антропоморфные — 35, человек — 70 лет.

С таким замедлением развития организма человека по сравнению с обезьянами связано то, что даже взрослый человек сохраняет некоторые «эмбриональные» признаки строения, т. е. такие, которые свойственны также плодам обезьян, но потом утрачиваются и ими. Это явление получило название фетализации (*foetus* — плод).

К таким признакам относятся некоторые особенности черепа человека, сближающие его с черепами плодов человекообразных обезьян и их юных форм: укороченный лицевой и крупный мозговой отдел, прямой выпуклый лоб, изогнутость основания черепа, сдвинутое вперед большое затылочное отверстие, тонкие стенки, слабо выраженный рельеф на поверхности костей, отсутствие сплошного костного валика над орбитами, широко раскрытая небная дуга, долгое сохранение швов.

Сходство человека с плодами антропоморфных обезьян мы находим также в некоторых признаках строения стопы (относительная толщина I плюсневой кости), в хорошо развитом большом пальце кисти, в большой ширине и изогнутости тазовых костей, в депигментации кожи, волос и глаз, отсутствии сплошного волосяного покрова, большой толщине губ и др.

Эти факты послужили основанием к созданию Л. Больком теории происхождения человека путем замедленного развития и сохранения во взрослом состоянии эмбриональных черт примата. Причину ретардации развития человека Больк видел в деятельности эндокринных желез.

Развернутую критику теории Болька дал Я. Я. Рогинский. Наряду с критикой общетеоретических представлений Болька о том, что эволюция строения тела человека определялась только внутренними мутационно-генетическими причинами, Я. Я. Рогинский показал, что в процессе антропогенеза при запаздывании развития одних признаков имело место ускорение развития других. Так, крупный мозг человека является следствием как его более длительного роста, так и огромного ускорения роста после рождения: за первые два года жизни объем черепа горил-



лы увеличивается на 36% (от 280 до 380 см<sup>3</sup>), у шимпанзе — на 33 (от 240 до 320 см<sup>3</sup>), а у человека — на 227% (от 330 до 1080 см<sup>3</sup>). У человека раньше, чем у высших обезьян, межчелюстная кость срастается с верхнечелюстной, очень рано (на 3-м месяце внутриутробной жизни) центральная кость запястья прирастает к ладьевидной (у обезьян они разделены всю жизнь или срастаются очень поздно), гораздо больше увеличивается длина ног, раньше и больше вырастают сосцевидные отростки черепа, раньше срастаются сегменты грудины и кости таза и пр.

Кроме того, направление и скорость изменения того или иного признака могут быть неодинаковыми в разных периодах онтогенеза. В эволюции человека имело место и появление таких совершенно новых признаков, как наружный костный нос, подбородочный выступ, некоторые мимические мышцы, третья малоберцовая мышца и др.

Онтогенез человека дает примеры рекапитуляции признаков как очень отдаленных предков человека (хорда, жаберные дуги, жаберные и глоточные карманы, жаберные артерии, пронефрос и мезонефрос, хвост, закладка сердца в шейной области и строение сердечной трубки и др.), так и его ближайших обезьяньих родичей.

Вместе с тем оказалось, что некоторые особенности строения тела человека, связанные с прямохождением, формируются на ранних этапах онтогенеза и в их развитии рекапитуляций не наблюдается. Это показано для развития пяточной и таранной костей, а также для мускулатуры нижней конечности. Так, распределение скоростей роста мышц задней конечности, в отличие от мышц передней конечности, в постнатальном периоде у различных млекопитающих сходно. Это, видимо, объясняется большей однотипностью движений задних конечностей по сравнению с передними и большей их значимостью в локомоции. Не обнаружено также рекапитуляций в развитии формы грудной клетки человека.

Пропорции конечностей у человека и антропоморфных обезьян во взрослом состоянии различаются больше, чем у их плодов. У новорожденного человека руки относительно длиннее, а ноги короче, чем у взрослого, и этим он напоминает человекообразную обезьяну.

Показано, что в пренатальном онтогенезе млекопитающих конечности растут быстрее туловища, причем в росте конечностей наблюдается краниокаудальный градиент — передние конечности обгоняют в росте и развитии задние. В пределах каждой конечности дистальные отделы растут быстрее по сравнению с проксимальными<sup>2</sup>. Причем на ранних этапах утробного периода кисть растет за счет запястья и имеет короткие пальцы, на более поздних этапах усиленно растут пальцы. После рождения характер роста конечностей и их сегментов изменяется у различных млекопитающих по-разному в зависимости от их способа локомоции. У приматов после рождения конечности продолжают расти быстрее туловища, причем особенно разрастаются задние конечности; кисть и стопа относительно укорачиваются; кисть делается уже (только у гориллы, имеющей очень широкую кисть, она расширяется); увеличивается длина предплечья по отношению к длине плеча (кроме человека и гориллы, имеющих самое короткое среди приматов предплечье) и у большинства приматов — длина голени по отношению к длине бедра; относительная длина большого пальца кисти уменьшается у всех антропоморфных обезьян, кроме гориллы, у которой, как и у человека, она увеличивается.

<sup>2</sup> У плодов человека 3—4 мес усиленно растет предплечье вследствие выпрямления локтевой кости (Якимов, 1946).



В онтогенезе приматов наблюдаются два основных периода удлинения конечностей по отношению к туловищу: в средние утробного периода, когда особенно удлиняются передние конечности, и сразу после рождения, когда наиболее удлиняются задние конечности. Это и объясняет, почему человек рождается относительно длинноруким и коротконогим и почему по пропорциям конечностей его плод сходен с антропоморфной обезьяной. Оказалось, что антропоморфные обезьяны приобретают свойственную им длиннорукость в первый период удлинения конечностей, усиливая характерный для этого периода градиент роста; человек же становится особенно длинноногим после рождения. Причем интермембральный индекс<sup>3</sup> уменьшается в постнатальном периоде роста у всех приматов (кроме гиббонов, имеющих исключительно длинные руки): у мартышки — от 121 до 106, у шимпанзе — от 146 до 136, у человека — от 104 до 88.

Этот факт, наряду с некоторыми другими, привел Я. Я. Рогинского к формулировке положения о том, что пропорции тела у того или иного вида животных изменяются путем усиления или ослабления градиентов роста, характерных для большей группы, к которой относится данный вид. Это правило касается изменения и других признаков. Так, у всех обезьян интенсивное нарастание веса мозга отмечается сразу после рождения. Именно в этот период формируется резкое различие по массе мозга между человеком и антропоморфными обезьянами за счет особенно большой скорости его роста у человека. После рождения усиленно формируется жевательный аппарат в связи с функцией жевания, и именно в этот период складывается различие между человеком и обезьянами по степени выступления лицевого отдела.

### ФАКТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

Факторы, влияющие на онтогенез, могут носить либо обязательный характер, и без их действия развитие невозможно, либо они в значительной мере случайны. Их подразделяют на наследственные и средовые.

Наследственная обусловленность роста и развития детально исследована в экспериментах на животных разных инбредных линий. Для каждой из последних характерна специфичная норма реакции организма на внешнее воздействие. Как показали опыты по воспитанию животных в условиях различных двигательных режимов, при этом проявляются генотипические межлинейные отличия роста и развития скелета и ряда внутренних органов (Б. И. Коган).

Генетическая программа роста и развития человека изучена в популяционных и близнецовых исследованиях. Принципы и некоторые результаты последних рассмотрены в гл. I. Популяционные исследования основываются на сопоставлении уровня внутрисемейных корреляций в пределах семьи между кровными родственниками: в сочетаниях отец/сын, отец/дочь, мать/сын, мать/дочь, брат/брат, сестра/сестра, брат/сестра. Хотя доля общих генов во всех случаях одинакова, степень сродства различна и для братьев/сестер выше, чем для родителей и их детей. Объясняется это большим сродством условий среды для родственников, принадлежащих к исторически близким поколениям, и меньшим для родителей и детей, людей разных поколений. Различия уровня корреляций в парах родственников характеризуют способ пре-

<sup>3</sup> Интермембральный индекс — выраженное в процентах отношение длины передней конечности к длине задней.



имущественного наследования признака в сцеплении с аутосомами или X-хромосомами.

Весьма плодотворным может быть анализ роста и развития детей в популяциях, не различающихся по условиям жизни, но различающихся по генетической структуре. Известно, что популяции, находящиеся в условиях длительной изоляции, изменяют со временем свой генофонд. Причина изменений — гене-

тико-автоматические процессы, теоретическая разработка которых была проделана Н. П. Дубининым и Д. Д. Ромашовым в 1931—1932 гг. При этом в зависимости от структуры генотипа к началу изоляции, от ее длительности и стойкости частота отдельных генов может существенно изменяться. Не вызывает сомнений, что дети, родившиеся в изолятах от близкородственных (эндогамных) браков, отстают в развитии сравнительно с детьми из популяций, где круг брачных связей более широк (экзогамных). Не меньший интерес представляет изучение процессов роста и морфофункционального созревания детей экзогамного происхождения. В последние годы в наблюдениях на детях были получены данные о том, что

при умеренной степени экзогамии они превосходят по размерам тела детей эндогамного происхождения и детей с резкой степенью экзогамии. Это проявляется для широкого круга морфологических признаков (тотальных размеров тела, размеров головы и туловища), причем у мальчиков в большей мере, чем у девочек, и в 4 и 7 лет они выражены ярче, чем в 5—6 лет. Указанная закономерность проявляет себя и среди новорожденных (рис. II.4). Увеличение размеров тела детей, ускорение полового созревания с повышением степени экзогамии в пределах одной возрастно-половой и этнотерриториальной группы свидетельствуют о явлении гетерозиса. Заслуживают внимания различия его выраженности в зависимости от возраста и пола детей и исчезновение эффекта гетерозиса при превышении некоего «оптимума» гетерозиготности.

Наследственные влияния на онтогенез отчетливо проявляются при сравнении в пределах одного возраста и пола людей разного телосложения. По данным близнецовых исследований, соматотип у детей более чем на 70% детерминирован генетически. Отчетливые данные получают при сравнении, например, представителей брахиморфного (эурисом-

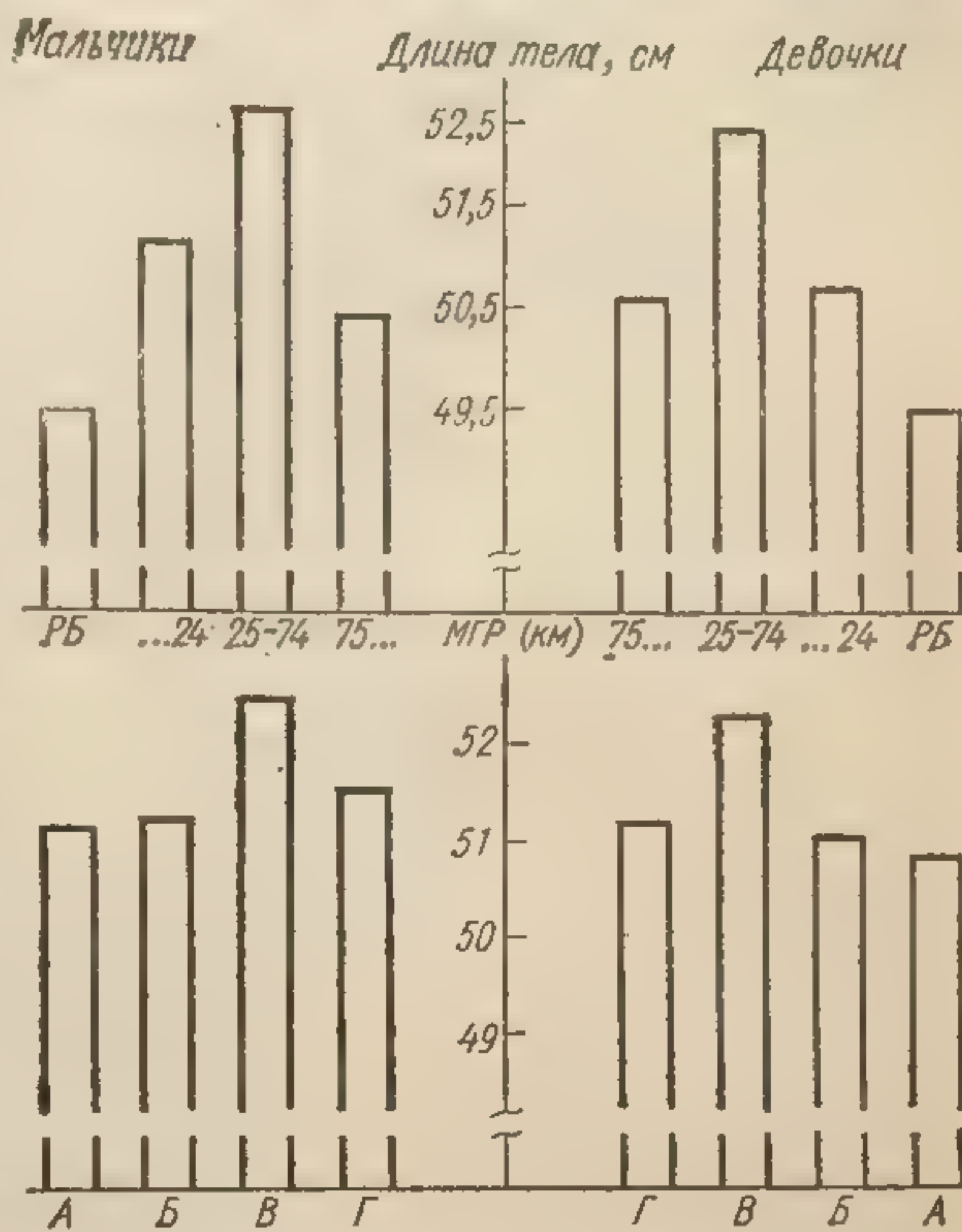


Рис. II.4. Влияние экзогамии на размеры тела новорожденных: *РБ* — дети от родственных браков; *МГР* — расстояние между местами рождения родителей: менее 24 км; 25—74 км; более 75 км.

*А* — дети, у которых обе бабушки и оба дедушки родом из одного места; *Б* и *В* — соответственно 3 и 2 предка родом из одного места; *Г* — все ближайшие предки родом из разных мест (по Никитюку, 1979)



ного) и долихоморфного (лептосомного), а также гипертрофического (тучного) и гипотрофического (истощенного) телосложения. В полярных по особенностям телосложения группах брахиморфия сопровождается, как правило, гипертрофией, а долихоморфия — гипотрофией (подробнее о конституции человека см. в гл. V). В 8—9 и 12—13 лет созревание скелета при брахигипертрофии замедлено, а в 14—18 лет ускорено по сравнению с людьми долихогипотрофического телосложения (табл. II.10). В период полового созревания конституциональные

Таблица II.10

Созревание костей кисти у таджиков с различиями пропорций тела и жиротложения (по Никитюку, 1975)

Возраст в годах	Мужской пол		Возраст в годах	Женский пол	
	созревание скелета при			созревание скелета при	
8—9	брахиморфии	долихоморфии	8—9	брахиморфии	долихоморфии
14—18	замедленное	ускоренное	10—11	замедленное	ускоренное
	ускоренное	замедленное	13—14	среднее	среднее
8—9	гипертрофии	гипотрофии	17—18	ускоренное	замедленное
12—13	ускоренное	замедленное	»	»	»
16—18	замедленное	ускоренное	гипертрофии	гипотрофии	
	ускоренное	замедленное	замедленное	ускоренное	
			15—18	ускоренное	замедленное

Примечание. Приведены возрастные группы, где различия носят статистически достоверный характер.

отличия онтогенеза имеют одинаковую направленность у лиц обоего пола, до наступления полового созревания — разную. Например, у московских детей половые различия обнаружены уже в 5,5—6,5 года: мальчики дигестивного типа (по Штефко—Островскому) опережают детей астеноидного типа по степени прорезывания зубов, а девочки отстают от них.

Таблица II.11

Старение фаланг кисти у людей с различиями пропорций тела и жиротложения (по Никитюку, 1975)

Возраст в годах	Мужчины		Женщины	
	старение костей при		старение костей при	
	брахигипертрофии	долихогипотрофии	брахигипертрофии	долихогипотрофии
45—59	ускорено	замедлено	ускорено	замедлено
60—74	»	»	»	»
75 и старше	»	»	замедлено	ускорено

В зрелом и пожилом возрасте (45—74 года) старение суставных концов фаланг кисти у мужчин и женщин брахигипертрофического телосложения более выражено, чем при долихогипотрофическом телосложении. В старческом возрасте (после 75 лет) у мужчин эти особенности сохраняются, тогда как у женщин старение фаланг кисти при долихогипотрофическом соматотипе становится более выраженным, чем при брахигипертрофическом (табл. II.11).



Влияние факторов внешней среды на процессы морфофункционального созревания организма отчетливо прослеживается на примере сроков менархе. По наблюдениям итальянских авторов, в семьях с высоким экономическим уровнем девушки начинали менструировать в среднем в 12 лет 7 мес, а при низком — в 13 лет 2,5 мес. У городских девушек менструации, как правило, появляются раньше, чем у сельских. Так, для польских девушек в 1961—1963 гг. средний возраст менархе составил 13,33 г. (город) и 13,74 (село). Для литовских девушек тех же лет соответственные показатели обследования составили 14 лет 6,6 мес и 14 лет 11,3 мес. Городские девушки отличаются от сельских не только более ранней менархе, но и преимущественным ее появлением в зимние месяцы; в сельской местности это чаще происходит летом. В горных деревнях наступление менархе чаще приходится на зимний период. У девушек, постоянно проживающих на высоте 551—650 м над уровнем моря, наибольшая частота менархе приходится на ноябрь—апрель, а у живущих на высоте 351—450 м — на август—октябрь. К тому же у населения горных областей половое развитие задержано по сравнению с жителями равнины. Возможно, что появление менархе сопряжено со стрессогенным воздействием на организм. Это может быть пищевой стресс (временный дефицит питания), физический стресс (тяжелая работа), климатический стресс (повышенная теплоотдача в холодные зимние месяцы) и, наконец, психический стресс. Последним объясняется нередкое совпадение месяца рождения девочки и месяца начала менструаций, чаще наблюдаемое в больших городах.

В последние годы была сделана попытка пересмотреть прежние представления о более раннем половом созревании южан по сравнению с северянами. Оказалось, что возраст начала менструаций у девушек Гренландии и Европы, а также Гренландии и Индии весьма сходен. Этому, казалось бы, противоречили данные югославского антрополога Шкерли о более ранних сроках менархе у девушек Южной Европы (Средиземноморья) сравнительно со странами Северной Европы. Однако оказалось, что в более ранние сроки менархе появляется в странах умеренного климата. На севере и близ экватора сроки его наиболее поздние. В первом случае половое созревание задержано повышением энергетических трат организма, во втором — затруднением теплоотдачи. В Европе и Африке возраст первых менструаций понижается с приближением к Средиземному морю.

На севере (Гренландия) и юге (Индия) тенденция к уменьшению среднего возраста менархе в последнее столетие оказалась выраженной менее, чем в странах умеренного климата. Как полагают некоторые авторы, возраст начала менструаций определяется комплексом внешних воздействий, дополняющих друг друга. В Гренландии холодный климат, но там пищевой рацион богат животным белком, в Индии жаркий климат, но пища содержит мало белков.

Исследования процессов роста у детей и подростков в различных географических зонах показали, что климатические факторы почти не оказывают влияния на рост и развитие, если условия обитания не являются экстремальными. Адаптация к экстремальным условиям вызывает столь глубокую перестройку функционирования всего организма, что не может не сказаться на процессах роста. Речь идет о процессах роста у детей в тропических зонах и в высокогорных областях. В одном из самых жарких мест на земном шаре, в Тропической Африке, английский исследователь Д. Робертс изучал возрастные изменения длины тела и веса у негритянских детей, относящихся к различным племенам нилотской группы. В любом возрасте негры имели сравнительно мень-



ший вес по отношению к длине тела, чем жители умеренного и холодного климата. Тем самым у жителей Тропической Африки выше отношение поверхности тела к весу, что является одним из адаптивных изменений, способствующих более интенсивному уровню теплоотдачи.

В последнее десятилетие интенсивно изучают, как воздействует на человеческий организм обитание в условиях высокогорья. Были проведены большие антропологические исследования индейцев кечуа в Перу, киргизов Восточного Памира и Тянь-Шаня, таджиков Западного Памира. Оказалось, что у детей и подростков высокогорья процессы роста и полового созревания сильно замедлены по сравнению с их сверстниками равнинных и низкогорных районов (Бейкер, Фрисанчо, Миклашевская, Соловьева, Година). В числе основных причин задержки роста, помимо особенностей питания, может быть снижение функции щитовидной железы как адаптивная реакция на гипоксию. Гормоны щитовидной железы не только регулируют основной обмен, но и играют важную роль в процессах роста и развития. Поэтому замедленные темпы роста и развития детей в условиях высокогорья — в какой-то степени вторичный результат адаптации организма к гипоксии.

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ

Процессы роста и развития связаны в одно диалектическое целое, где количественные изменения переходят в качественные. В этом находит себе подтверждение один из законов материалистической диалектики.

Рост проявляется увеличением линейных размеров и веса тела. Прекращение роста, т. е. накопления активной массы тела, знаменует собой наступление зрелости. В этот период вес тела продолжает увеличиваться за счет отложения жира, однако это нельзя рассматривать как проявление роста.

К основным закономерностям роста и развития (включая старение) относятся:

1. Эндогенность. Рост и развитие организма не обусловлены внешними воздействиями (хотя последние отражаются на его темпах), а совершаются по внутренним, присущим самому организму и запечатленным в наследственной программе законам. Рост — реализация естественной потребности организма в достижении взрослого состояния, когда делается возможным продолжение рода. Задержка роста при неблагоприятных условиях среды в один период жизни сменяется убыстрением роста при улучшении внешних условий в другой период.
2. Необратимость. Человек не может вернуться к тем особенностям строения, которые были у него в детстве или младенчестве.
3. Цикличность. Существуют периоды активизации и торможения роста: первое отмечается в период до рождения и в первые месяцы жизни; затем интенсификация роста происходит в 6—7 лет (половостовой скачок) и 11—14 лет (ростовой скачок, или пубертатный, скачок роста). Учитывая цикличность ростовых процессов, немецкие ученые высказали суждение о периодах вытяжения (активизация роста) и округления (задержки роста с увеличением массы). Неравномерность роста проявляется на протяжении года сезонным убыстрением или замедлением ростовых процессов. Так, увеличение длины тела происходит в основном в летние месяцы, нарастание веса — осенью.
4. Постепенность. Человек в своем развитии проходит ряд этапов, совершающихся последовательно один за другим. Пропустить какой-либо из этих этапов, «перепрыгнуть» через него при нормальном раз-

вотни органи  
зубы, у чело  
выпасть моло  
дамы дости  
5. Синхро  
тельно одно  
хронности на  
гелное развит  
системы опере  
Правила  
и синхронност  
ниями об их  
ного, необрати  
граммы. Дистр  
рации развити

### ГЛАВА III

### ГОЛОВА

### ОСНОВНЫЕ РА

Голова, ка  
Для харак  
ком использую  
диаметр — наи  
тылочной точки  
ют в пределах  
из головы — из  
не варьируют  
Большое з  
казателя (по  
шведским анато  
перечным ди  
порядка 0  
чаще всего  
три группы  
брахицефал  
71—89.  
Помимо  
ении мозгово  
глабеллу и ин  
между лобно-ви  
Лицевой от  
ными из них явл  
Размеры гол  
см VI) благо  
на рис. VI. II А,



витии организм не может. Так, прежде чем прорежутся постоянные зубы, у человека должны появиться, а затем через определенное время выпасть молочные зубы. Прежде, чем прекратится рост скелета, кости должны достигнуть определенных размеров и т. п.

5. Синхронность. Процессы роста и старения совершаются относительно одновременно в разных органах и системах тела. Правило синхронности нарушается при ускорении роста и старения. Поэтому ускоренное развитие и старение нередко дисгармоничны: одни органы и системы опережают в темпах и выраженности этих процессов другие.

Правила эндогенности, цикличности, необратимости, постепенности и синхронности роста и развития организма сопряжены с представлениями об их генетической детерминированности в результате циклического, необратимого и постепенного развертывания наследственной программы. Дисгармоничность развития проявляется иногда при акцелерации развития, подробное описание этого явления дается в гл. IV.

### ГЛАВА III

## ГОЛОВА

### ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ГОЛОВЫ<sup>1</sup>

Голова, как и череп, делится на два отдела: мозговой и лицевой.

Для характеристики размеров и формы мозгового отдела в основном используют два диаметра: продольный и поперечный. Продольный диаметр — наибольшая длина головы — измеряется от глабеллы до затылочной точки (см. рис. VI.12, с. 139). Его групповые средние варьируют в пределах 172—198 мм. Поперечный диаметр — наибольшая ширина головы — измеряется между теменными точками. Групповые средние варьируют в пределах 134—162 мм.

Большое значение в антропологии придают вычислению головного указателя  $\left( \frac{\text{поперечный диаметр}}{\text{продольный диаметр}} \cdot 100 \right)$ . Этот указатель был предложен шведским анатомом А. Ретциусом в 1842 г. Между продольным и поперечным диаметрами существует слабая положительная корреляция (порядка 0,2—0,3), поэтому вариации головного указателя велики. Чаще всего весь диапазон изменений головного указателя делят на три группы: долихокефалия — ниже 75,9; мезокефалия — 76,0—80,9; брахицефалия — выше 81,0. Групповые средние головного указателя 71—89.

Помимо продольного и поперечного диаметров при подробном изучении мозгового отдела измеряют наибольший обхват головы через глабеллу и нинион, а также наименьший лобный диаметр — расстояние между лобно-височными точками.

Лицевой отдел головы характеризуют около 40 размеров. Основными из них являются следующие:

<sup>1</sup> Размеры головы несколько превышают соответствующие размеры черепа (см. гл. VI) благодаря наличию мягких тканей. Основные краниометрические точки см. на рис. VI. 11 А, Б.



морфологическая высота лица — измеряется от назиона до подбородочной точки (рис. VI.11, с. 138); групповые средние варьируют от 104 до 140 мм; для практических целей часто измеряют от точки селион;

физиономическая высота лица — измеряется от трихиона до подбородочной точки; включает лобную часть, поэтому не соответствует собственно лицевому отделу; групповые средние варьируют в пределах 170—198 мм;

скуловой диаметр — измеряется между скуловыми точками; групповые средние варьируют в пределах 122—153 мм;

нижнечелюстной диаметр — измеряется между нижнечелюстными точками (гонион); групповые вариации — 95—120 мм.

Для характеристики носовой области измеряют высоту носа от точек назион или селион до подносоевой точки и ширину носа — расстояние между носокрыльевыми точками.

Для размеров глазной области наиболее употребительны наружно-глазничная ширина (расстояние между наружными углами глаз) и межглазничная ширина (расстояние между внутренними углами глаз).

Для характеристики области рта обычно измеряют высоту слизистой части обеих губ от верхнегубной до нижнегубной точки и ширину рта между губноугловыми точками.

Из указателей лицевого отдела наиболее часто используют лицевой ( $\frac{\text{морфологическая высота лица}}{\text{скуловой диаметр}} \cdot 100$ ) и носовой ( $\frac{\text{ширина носа}}{\text{высота носа}} \cdot 100$ ).

Для лицевого указателя существует следующая рубрикация:

	Мужчины	Женщины
гиперэурипрозопия <sup>2</sup>	X — 78,9	X — 76,9
эурипрозопия	79,0 — 83,9	77,0 — 80,9
мезопрозопия	84,0 — 87,9	81,0 — 84,9
лептопрозопия <sup>3</sup>	88,0 — 92,9	85,0 — 89,9
гиперлептопрозопия	93,0 — X	90,0 — X

Для характеристики соотношения размеров лицевого и мозгового отделов головы пользуются следующими указателями:

$$\text{поперечно-скуловым} = \frac{\text{скуловой диаметр}}{\text{поперечный диаметр}} \cdot 100;$$

$$\text{лобно-скуловым} = \frac{\text{наименьшая ширина лба}}{\text{скуловой диаметр}} \cdot 100;$$

$$\text{лобно-челюстным} = \frac{\text{наименьшая ширина лба}}{\text{нижнечелюстной диаметр}} \cdot 100.$$

### ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОЛОВНЫХ РАЗМЕРОВ (ПРОЦЕСС РОСТА)

Рост головы отличается от роста тотальных размеров тела. Это объясняется тем, что рост головы тесно связан с развитием мозга. Начиная с ранних стадий эмбрионального развития мозг по весу ближе, чем любой другой орган, к своему конечному размеру. В связи с этим череп какместилище мозга достигает своей конечной величины раньше других частей скелета.

<sup>2</sup> От греч. *prosopon* — лицо.

<sup>3</sup> От греч. *eury*s — широкий, *mesos* — средний, *leptos* — тонкий.



## ВНУТРИУТРОБНЫЙ ПЕРИОД

Число работ по возрастной динамике головных размеров во внутриутробном периоде невелико, поскольку из-за деформации мягких тканей проводить измерения плодов исключительно сложно. Здесь в первую очередь следует указать на исследования А. Шульца (Schultz, 1926) на плодах негров и белых. О динамике возрастных изменений головы во внутриутробном периоде лучше судить по данным на черепе (см. гл. VI).

Более полные сведения о росте и развитии черепа во внутриутробном периоде можно найти в работах Н. Д. Довгялло (1937), Н. С. Сысака (1948, 1960) и В. В. Бунака (1959). Важно подчеркнуть, что в процессе роста не только увеличиваются размеры черепа, но и меняются его пропорции. Например, мозговой отдел формируется раньше, чем лицевой. Показатели основных размеров черепа в различные возрастные периоды приведены в табл. III.1.

Таблица III.1

Показатели основных размеров черепа в процентах от величины у взрослых в различные возрастные периоды (по данным Сысака, 1960)

Признак	Возраст		
	плоды 4—5 мес	новорож- денные	3—6 мес
Продольный диаметр . . . . .	29,2	56,5	67,0
Длина основания черепа . . . . .	32,3	54,4	64,1
Поперечный диаметр . . . . .	29,3	58,4	73,8
Горизонтальная окружность . . . . .	29,9	56,1	70,7
Скуловой диаметр . . . . .	27,3	48,3	60,2
Полная высота лица . . . . .	18,2	31,9	44,2
Верхняя высота лица . . . . .	20,1	38,3	50,5
Ширина орбиты . . . . .	31,3	59,8	70,2
Высота орбиты . . . . .	31,9	55,6	75,6
Ширина носа . . . . .	29,1	54,2	65,4
Высота носа . . . . .	21,8	40,5	51,0

Из табл. III.1 видно, что такие размеры мозгового отдела черепа, как продольный и поперечный диаметры, уже у 4—5-месячных плодов составляют 29% от величины взрослого, а у новорожденных — около 60%. Что же касается лицевого отдела, то верхняя высота лица достигает у новорожденных лишь около 40% конечной величины, а ширина лица — 50%. Исключительно быстро растут глазницы, что объясняется ранним формированием глаза. Так, на 5-м мес у плода ширина орбиты составляет 31% от того же размера взрослого человека, у новорожденного — 60, у ребенка 6 мес — 70%.

Ширина носа на 5-м мес у плода достигает трети соответствующей величины взрослого, у новорожденных — половины, а в возрасте 6 мес — двух третей конечной величины.

## ВНЕУТРОБНЫЙ ПЕРИОД

Измерение лица у детей первого года жизни связано с целым рядом трудностей. Поэтому почти все работы на детях этого возраста посвящены изучению роста продольного и поперечного диаметров головы и соответственно изменению головного указателя.



Хорошо изучена возрастная динамика головных и лицевых размеров начиная со 2—3-го года жизни и особенно у детей школьного возраста, а также возрастные изменения головы у взрослых.

**Мозговой отдел головы.** Продольный и поперечный диаметры головы особенно резко увеличиваются в первый год жизни (рис. III.1; III.2). Прирост длины головы от рождения до года соответствует приросту за отрезок от года до 18 лет. Еще быстрее за этот период растет ширина головы, почти в полтора раза превышая скорость роста за все остальное время. Головной указатель увеличивается от рождения до 6—7 мес, далее средние значения его постепенно уменьшаются.

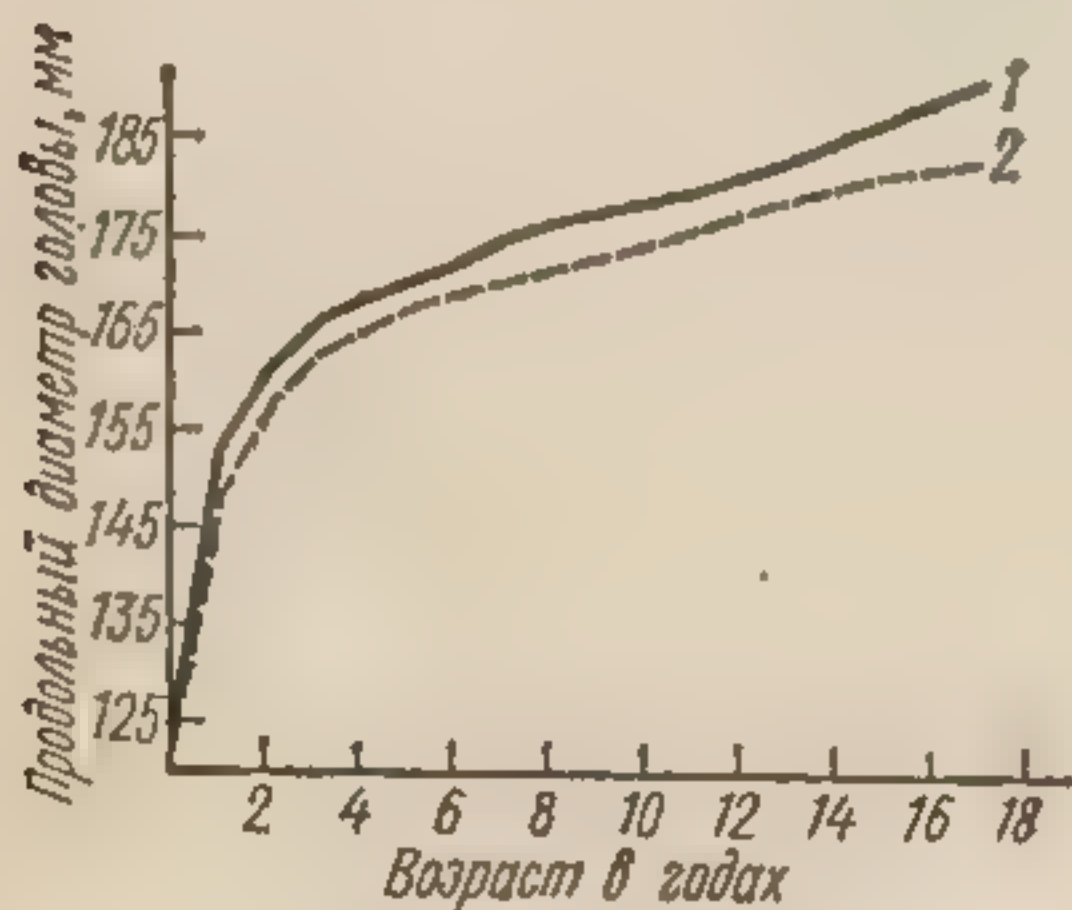


Рис. III.1. Возрастные изменения продольного диаметра головы у русских мальчиков (1) и девочек (2) (по Миклашевской, 1968; Кранс, 1977)

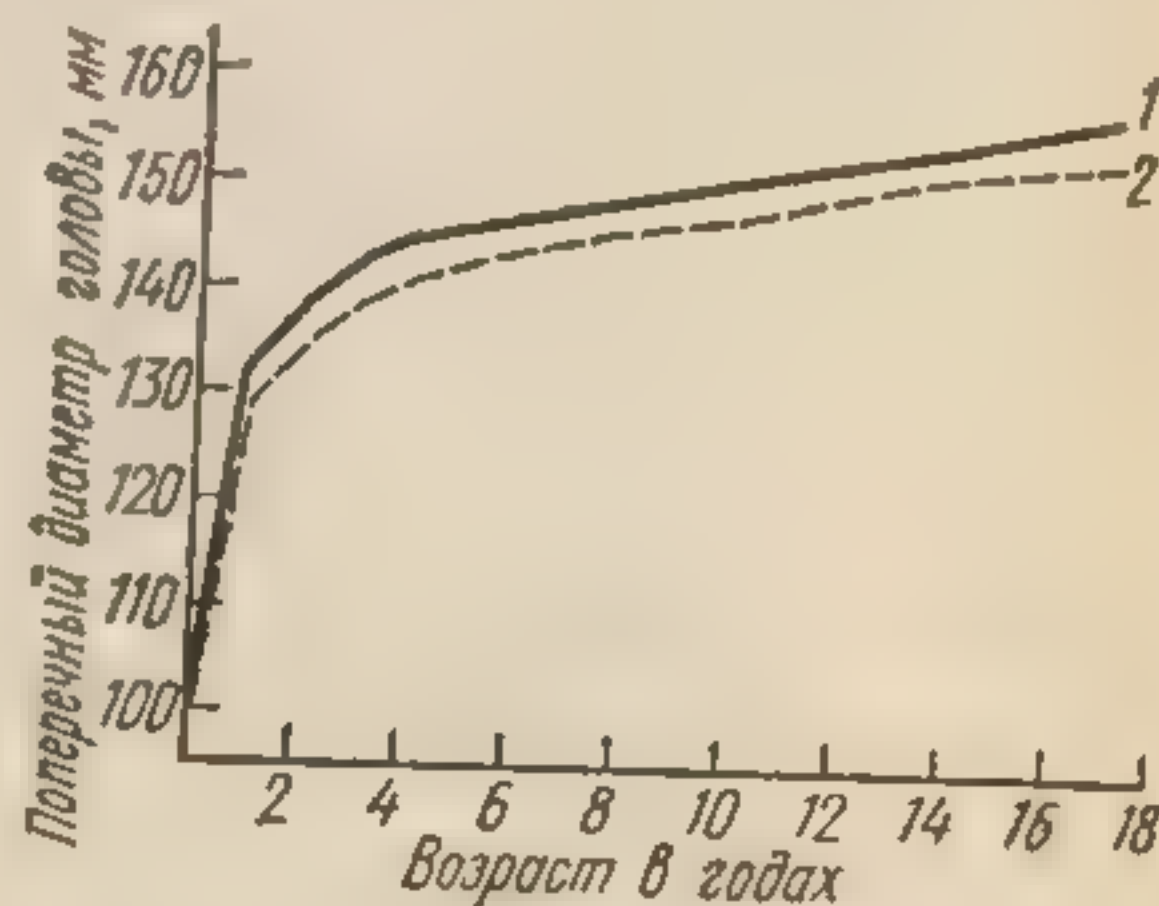


Рис. III.2. Возрастные изменения поперечного диаметра головы у русских мальчиков (1) и девочек (2) (по Миклашевской, 1968; Кранс, 1977)

К 4 годам размеры мозгового отдела головы достигают в среднем 90% от величины в 17 лет.

В первые годы жизни скорость роста мозгового отдела головы постепенно снижается и вновь несколько увеличивается в пубертатный период. Это соответствует данным, полученным при изучении роста головы с помощью рентгенографических методов. У мальчиков в пубертатный период особенно выражено увеличение продольного диаметра. Многие авторы связывают это с формированием области надбровья и лобных пазух.

Большинство размеров головы продолжает увеличиваться и во взрослом состоянии вплоть до пожилого возраста. Однако этот процесс идет крайне медленно и прибавки малы. Поэтому для практических целей устанавливается возраст фактического прекращения роста, когда прибавки не превышают 2%. Учитывая это замечание, можно считать, что поперечный и наименьший лобный диаметры практически достигают своей конечной величины у девочек к 14—15 годам, у юношей — к 17 годам, продольный диаметр у девушек — к 16 годам, у юношей — к 18 годам. В старших возрастах продольный диаметр у брахикефальных групп увеличивается несколько больше, чем у долихокефальных.

**Лицевой отдел головы.** Постнатальный рост лицевого отдела связан в первую очередь с прорезыванием зубов. В связи с этим лицевой отдел головы формируется позже, чем мозговой, хотя общая динамика их роста сходна. Прирост основных размеров лицевого отдела велик в первый год жизни (рис. III.3; III.4), однако отдельные части лица растут по-разному. Рост широтных размеров лица заканчивается раньше, чем высотных. Если прирост скулового диаметра от рождения до



года лишь немногим меньше, чем прирост от года до 17 лет, то высота лица в первый год жизни достигает лишь четверти всего прироста от года до 17 лет. В 4 года широтные размеры лица достигают 80—85% от величины в 17 лет, а высотные размеры — 75—80%.

Сравнительно рано заканчивается формирование области глазниц и переносья. Межглазничная ширина и ширина переносья к 11—12 годам фактически достигают своей конечной величины. Несколько дольше (до 14 лет) продолжается рост наружноглазничной ширины.

Пубертатное ускорение роста характерно и для лицевых размеров, причем у девочек оно начинается раньше и отличается меньшей про-

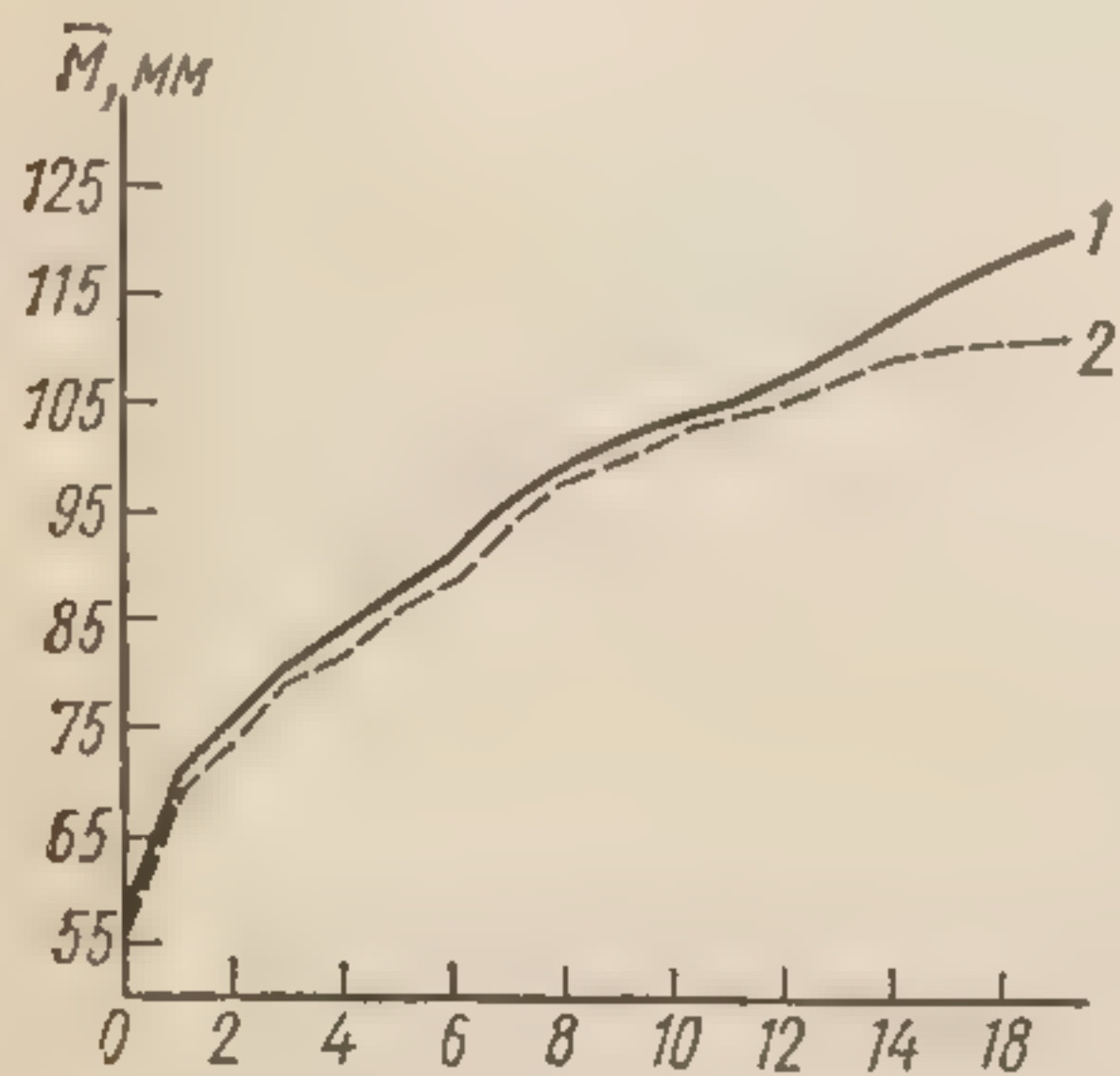


Рис. III.3. Возрастные изменения морфологической высоты лица (от селлион) у русских мальчиков (1) и девочек (2) (по Миклашевской, 1968; Кранс, 1977)

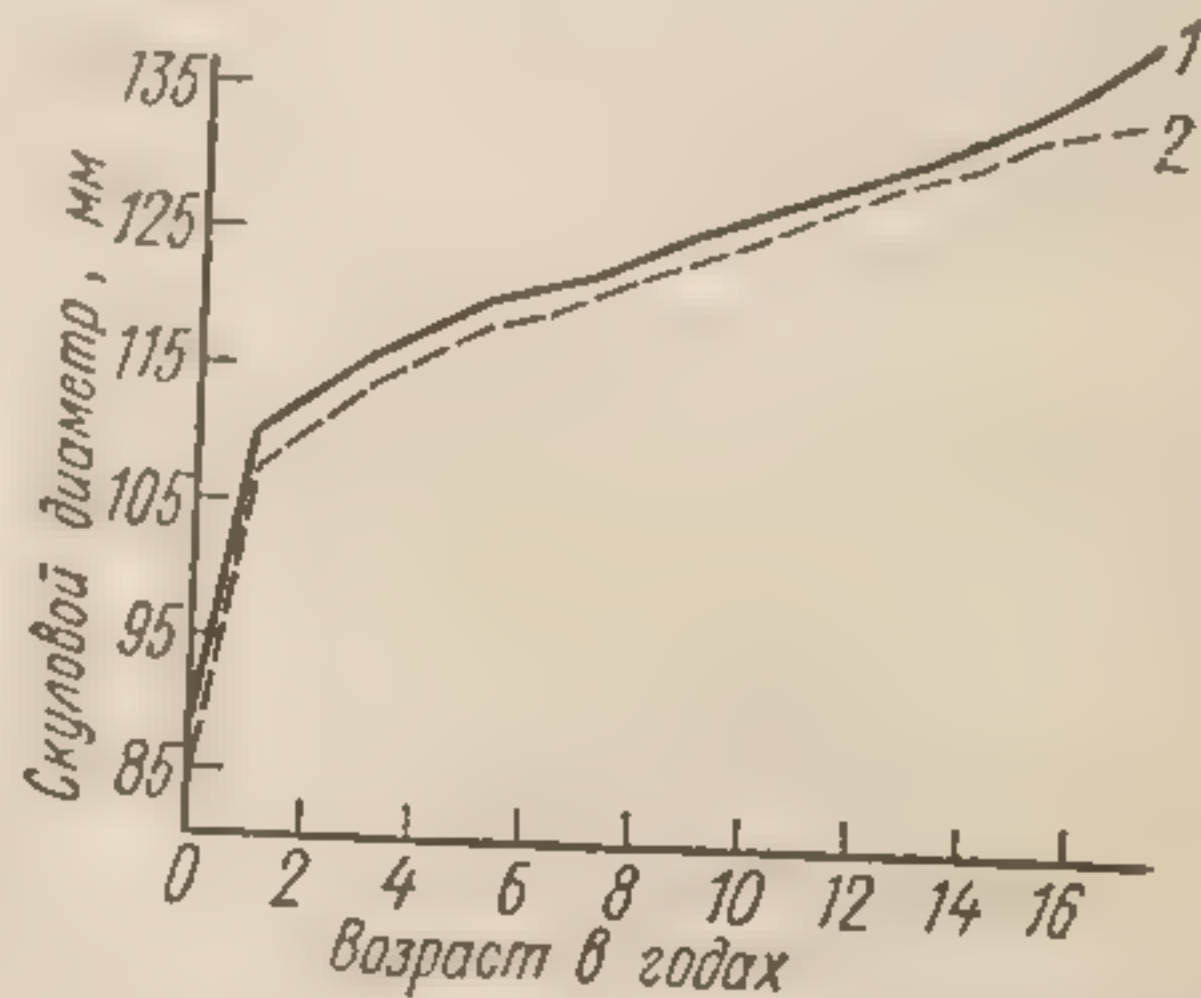


Рис. III.4. Возрастные изменения скулового диаметра у русских мальчиков (1) и девочек (2) (по Миклашевской, 1968; Кранс, 1977)

должительностью по сравнению с мальчиками. В возрасте от 14 до 18 лет, когда у мальчиков наблюдается значительное увеличение скорости роста лицевых размеров, у девочек она минимальна. Из лицевых размеров наиболее интенсивно растут высотные диаметры. У мальчиков в пубертатный период особенно сильно увеличивается нижний отрезок лица (subnasale-gnathion). Именно в этот период окончательно складывается характерный для каждого индивида тип лица.

Что касается возрастной динамики глубинных размеров, то вся лицевая структура с возрастом равномерно выдвигается вперед, абсолютные прибавки несколько больше сверху вниз.

Возрастные изменения лицевого отдела головы происходят и во взрослом состоянии. Высота лица несколько увеличивается до 50—60 лет, а затем начинает уменьшаться. Скуловой диаметр дает постоянное увеличение вплоть до пожилого возраста.

## ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ

Головные размеры у мальчиков во всех возрастах больше, чем у девочек. Половые различия обнаруживаются уже в плодном периоде. Половая изменчивость головных и тотальных размеров проявляется различно. Если для роста тотальных размеров характерны перекресты ростовых кривых, то для головных размеров намечается лишь некоторое их сближение.



Половые различия в росте головных размеров к окончанию процесса роста несколько менее выражены, чем различия тотальных размеров. В 17 лет юноши больше девушек по высотным размерам лица на 4—6%, по скуловому диаметру — на 3,5, нижнечелюстному диаметру — на 5—6, продольному диаметру — на 4, поперечному — на 2,5—3,5 и наименьшему лобному диаметру — на 1,5—2%.

Основные половые различия в росте головы формируются в плодном периоде. Половые различия усиливаются в пубертатный период, когда происходит интенсивный рост лицевого отдела у мальчиков.

### РАСОВЫЕ И ЭТНОТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

Размеры головы обнаруживают большие территориальные и групповые различия. Выше приводились вариации групповых средних основных размеров мозгового и лицевого отделов головы. Среди народов мира самые большие величины продольного диаметра наблюдаются у тутси Восточной Африки (197 мм), самые малые — у андаманцев (173 мм). Наибольший поперечный диаметр имеют нганасаны Таймыра (162 мм), наименьший — амхара Эфиопии (134 мм).

Среди народов СССР наименьшие величины продольного диаметра головы характерны для азербайджанцев (179 мм), наибольшие — для туркмен (195 мм); поперечный диаметр наименьший у туркмен (147 мм), наибольший — у бурят (160—162 мм) и нганасанов (162 мм).

Распределение головного указателя в мировом масштабе отличается большой пестротой. У коренного населения Австралии, у большинства жителей Африки, Меланезии значение указателя ниже 75. Однако для некоторых племен Центральной Африки указатель равен 80 и выше.

Наиболее выраженная брахикефалия отмечается у населения Центральной Европы, Закавказья, Передней, Центральной и Юго-Восточной Азии. Причем, внутри одной этнической группы могут быть различия в величине указателя. Так, у гренландских и канадских эскимосов средний головной указатель около 75, у эскимосов Аляски — 81.

На территории СССР самые большие величины указателя отмечаются у армян Карабаха (87), самые малые — у туркмен (75—77) и населения юга Азербайджана (76).

Следует заметить, что большое влияние на форму головы оказывает искусственная деформация, меняющая рост размеров головы. У народов Северной Африки, Передней Азии, Балканского полуострова, а в прошлом у некоторых групп Средней Азии и Кавказа был распространен обычай содержания ребенка в особой колыбели с применением специальных способов пеленания. Это приводило к уплощению затылка, вследствие чего головной указатель повышался. Сейчас большинство исследователей признают искусственную природу затылочного уплощения.

Большие географические различия обнаруживаются и в величинах лицевого отдела головы. Среди народов мира наиболее узколицие мбунду Юго-Восточной Африки (122 мм), самые широколицые — нганасаны Таймыра (153 мм). Физиономическая высота лица наименьшая у пигмеев Африки (170 мм), наибольшая — у эскимосов (198 мм).

Среди народов СССР самые узколицие — туркмены (139—140 мм), наиболее широкие лица у нганасанов (153 мм) и бурят (150 мм). Наибольшие величины морфологической высоты лица у якутов (141 мм), наименьшие — у лопарей.



## МЯГКИЕ ЧАСТИ ЛИЦА

### ВЕКИ И ГЛАЗНАЯ ЩЕЛЬ

В антропологических исследованиях степень развития верхнего века и форма глазной щели являются важными диагностическими признаками, так как отличаются высокой изменчивостью у представителей разных этнических групп.

Веки покрыты тонкой, очень подвижной кожей. На их свободных краях расположены в несколько рядов ресницы. Под кожей залегает часть круговой мышцы глаза. Верхнее веко включает также поднимающую его мышцу, часть которой прикрепляется к верхнему краю хряща, а другая — к латеральному краю глазницы. В толще века находится плотная соединительнотканная пластинка — хрящ века. Изнутри веки выстланы конъюнктивой — соединительнотканной оболочкой. Латерально на глазное яблоко налегает полулунная складка конъюнктивы. Это рудимент третьего века (или мигательной перепонки), хорошо развитого у многих позвоночных.

При поднятии верхнего века обычно образуется складка между его нижней частью, прилегающей к глазному яблоку и содержащей хрящ, и верхней его частью (рис. III.5). При определении описатель-



Рис. III.5. Складка верхнего века (по Рогинскому, Левину, 1963):  
0 — отсутствует; 1 — выражена слабо; 2 — средняя степень выраженности; 3 — выражена сильно

ных признаков лица степень ее развития оценивается баллами<sup>4</sup>. Складка сильно развита у монголоидов. У представителей европеоидных и негроидных групп чаще всего она развита слабо или отсутствует. Сильное развитие складки у монголоидов тесно связано с наличием у них эпикантуса, или «монгольской складки века» (рис. III.6). Это складка

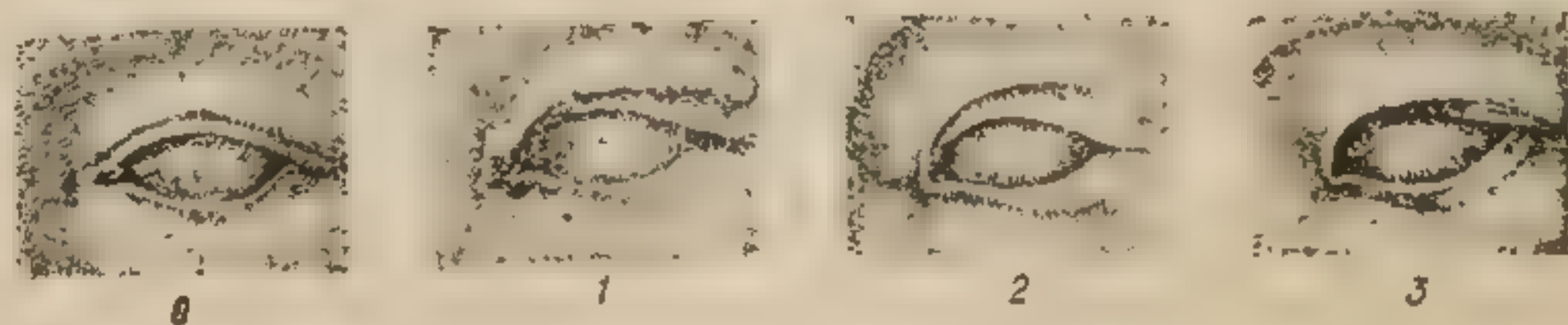


Рис. III.6. Эпикантус (по Рогинскому, Левину, 1963):  
0 — отсутствует; 1 — выражен слабо; 2 — средняя степень выраженности; 3 — выражен сильно

кожи, которая тянется вертикально во внутреннем углу глаза, прикрывая слезный бугорок, и обычно соединяется со складкой верхнего века. В результате нижний край века и внутренний угол глаза полностью прикрыты кожной складкой.

Образование эпикантуса у монголоидов, видимо, определяется

<sup>4</sup> Методика определения описательных признаков лица дана в книге В. В. Бунака «Антропометрия» (М., 1941).



при поднимании верхнего века обычно образуется складка между его нижней частью, прилегающей к главному яблоку и содержащей хрящ, и верхней его частью (рис. III.5). При определении описатель-

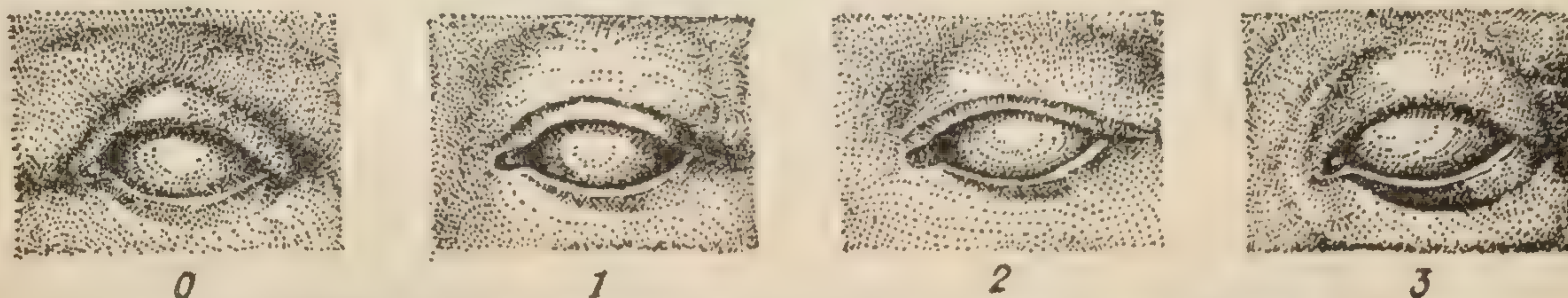


Рис. III.5. Складка верхнего века (по Рогинскому, Левину, 1963):

0 — отсутствует; 1 — выражена слабо; 2 — средняя степень выраженности; 3 — выражена сильно

ных признаков лица степень ее развития оценивается баллами<sup>4</sup>. Складка сильно развита у монголоидов. У представителей европеоидных и негроидных групп чаще всего она развита слабо или отсутствует. Сильное развитие складки у монголоидов тесно связано с наличием у них эпикантуса, или «монгольской складки века» (рис. III.6). Это складка

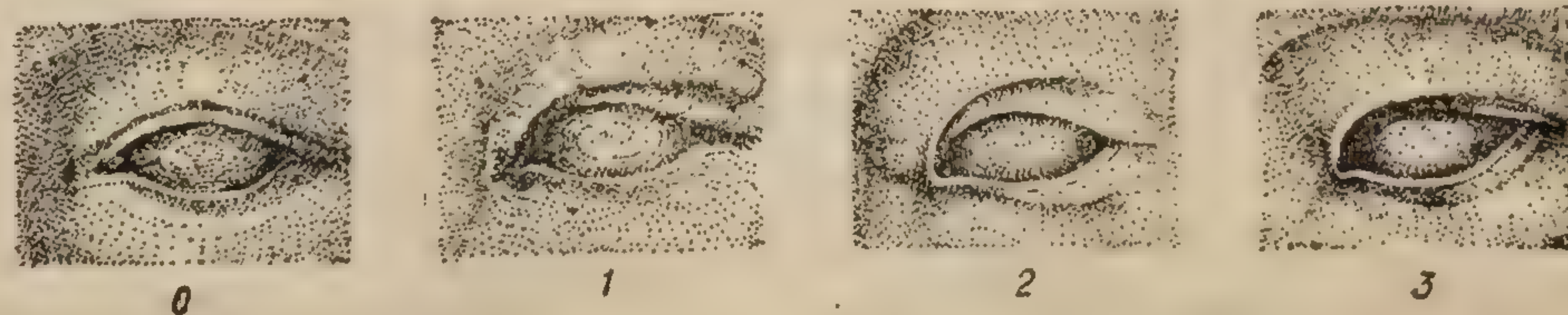


Рис. III.6. Эпикантус (по Рогинскому, Левину, 1963):

0 — отсутствует; 1 — выражен слабо; 2 — средняя степень выраженности; 3 — выражен сильно

кожи, которая тянется вертикально во внутреннем углу глаза, прикрывая слезный бугорок, и обычно соединяется со складкой верхнего века. В результате нижний край века и внутренний угол глаза полностью



уплощенностью переноса и отложением жира в верхнем веке, обуславливающим и сильное развитие складки верхнего века.

Максимальный процент эпикантуса встречается у народов Центральной, Восточной и Северной Азии: у ламутов — 100%, у китайцев — 96, у чукчей — 92% (приведены значения для возрастной группы 20—25 лет). К западу, югу и востоку от этой области частота эпикантуса уменьшается. У взрослых представителей европеоидной и австрало-негроидной рас эпикантус отсутствует (за исключением бушменов и готтентотов, где он иногда встречается). У женщин эпикантус бывает выражен сильнее.

Особенности монголоидного глаза формируются в плодном периоде, и у 3—6-месячных плодов он нередко встречается среди представителей разных рас. В детском возрасте эпикантус выражен больше и встречается даже у европеоидов. С возрастом, особенно после 40 лет, выраженность эпикантуса резко уменьшается. Это обусловлено возрастным уменьшением глазного яблока по сравнению с размерами глазницы (глазное яблоко перемещается внутрь глазницы, верхнее веко натягивается и складка редуцируется), уменьшением количества жира в веке, изменением формы хряща века, более интенсивно растущим в поперечном направлении.

Ширина глазной щели зависит от формы края верхнего века. Узкий разрез глаз характерен для монголоидов, широкая щель — для негроидных и европеоидных групп. У женщин глазная щель шире. С возрастом ширина щели уменьшается.

#### ГУБЫ

Характерные особенности ротовой области человека, видимо, возникли в связи с общей перестройкой лицевого отдела головы, в частности с его укорочением и сужением. Эти преобразования, в том числе и формирование губ у человека, были тесно связаны с развитием членораздельной речи.

В толще губ находится круговая мышца рта, в которую вплетаются многие мимические мышцы. Снаружи губы покрыты кожей, изнутри — слизистой оболочкой. Между ними находится переходная зона. Она имеет кожный покров, но без рогового слоя. Переходная зона имеет богатую иннервацию и очень чувствительна. От кожи она отличается отсутствием волос и потовых желез, а от слизистой — отсутствием слизистых желез. В ней имеются только мелкие сальные железы. На границе кожи и переходной зоны образуется небольшая кайма, иногда принимающая форму валика, например у негров при вздутых губах. Переходную зону верхней и нижней губ в антропологии принято называть «слизистыми губами». Посредине кожной части верхней губы сверху вниз спускается бороздка, по бокам ограниченная валиками.

Толстые, выступающие губы с хорошо выраженной переходной зоной и вертикальной бороздкой на верхней губе характерны только для человека. У обезьян, включая антропоморфных, губы тонкие, плотно натянуты на альвеолярных отростках челюстей, повторяют их форму и лишены собственного рельефа; бороздка отсутствует. Переходная зона губ у обезьян не выражена, только у антропоморфных обезьян появляются узкие полоски промежуточных частей губ. Для антропоморфных обезьян характерна большая высота верхней губы и большая ширина ротовой щели. У человека углы ротовой щели не заходят дальше предкоренных зубов.



Высота верхней губы определяется как измерительно, так и описательно. Высокая верхняя губа (19—21 мм) характерна для групп с высоким лицом, например для многих народов Северной Европы, Сибири, Дальнего Востока, Северной Америки, хотя строгой связи между высотой лица и этим признаком не обнаружено. Низкая губа (13—15 мм) чаще встречается у низколиких групп в Южной Европе, на Кавказе, в Передней Азии, Индии, Индокитае, Индонезии, Африке.

Толщина губ — это суммарная высота слизистой части верхней и нижней губ. Определяется измерительно и описательно (рис. III.7). По Г. Ф. Дебецу, тонкими считаются губы толщиной до 6 мм, средними — 6—10, толстыми — 10—13, вздутыми — свыше 13 мм. Нижняя губа обычно толще верхней. У женщин губы тоньше, чем у мужчин. Наибольшая толщина губ у африканцев, австралийцев, меланезийцев, у многих групп Южной Индии, Индокитая, Индонезии, наименьшая у народов Северной Азии и Северной Европы. Толщина губ зависит в основном от степени развития круговой мышцы рта и особенно ее краевых пучков, срастающихся со слизистой. В меньшей степени она зависит от степени жировотложения.

Прокейлия (выступление верхней губы вперед, греч. *heilo* — губа) характерна для африканцев, меланезийцев, австралийцев и многих монголоидных групп. Для европеоидов типична ортокейлия. Выступление верхней губы в известной мере обуславливается прогнатизмом и продентией<sup>5</sup> (см. гл. VI и VII). Однако у многих монголоидных групп наблюдается прокейлия при отсутствии выступления вперед челюстей и зубов. Опистохейлия (отступление губы назад) встречается редко, только у отдельных вариантов в европеоидных группах.

Контур верхней губы может иметь разную форму. У негров он вогнутый, у северных европейцев — прямой, у африканских пигмеев и семаангов — выпуклый.

Ширина рта, измеряемая между его углами, обнаруживает большие групповые и индивидуальные различия. Однако найти четкую закономерность в распределении этого признака по расам не удастся. Наибольшая ширина рта у индейцев (60—62,2 мм) и у экваториальных народов (меланезийцы — 56—59 мм, австралийцы — 58,7, африканские пигмеи — 58 мм). Наименьшая ширина рта встречается у различных монголоидных и европеоидных групп (у японцев — 49,3 мм, вьетнамцев — 51,9, у русских по группам — 48,7—54,3 мм). У женщин ширина рта обычно меньше, чем у мужчин.

Губы формируются на 2-м мес внутриутробной жизни на основе первой висцеральной дуги. Нижняя губа образуется в результате срастания двух ее нижнечелюстных отростков. Верхняя губа возникает при слиянии верхнечелюстных отростков первой висцеральной дуги с лобно-носовым отростком, расположенным между ними.

<sup>5</sup> Продентия — выступание зубов вперед.

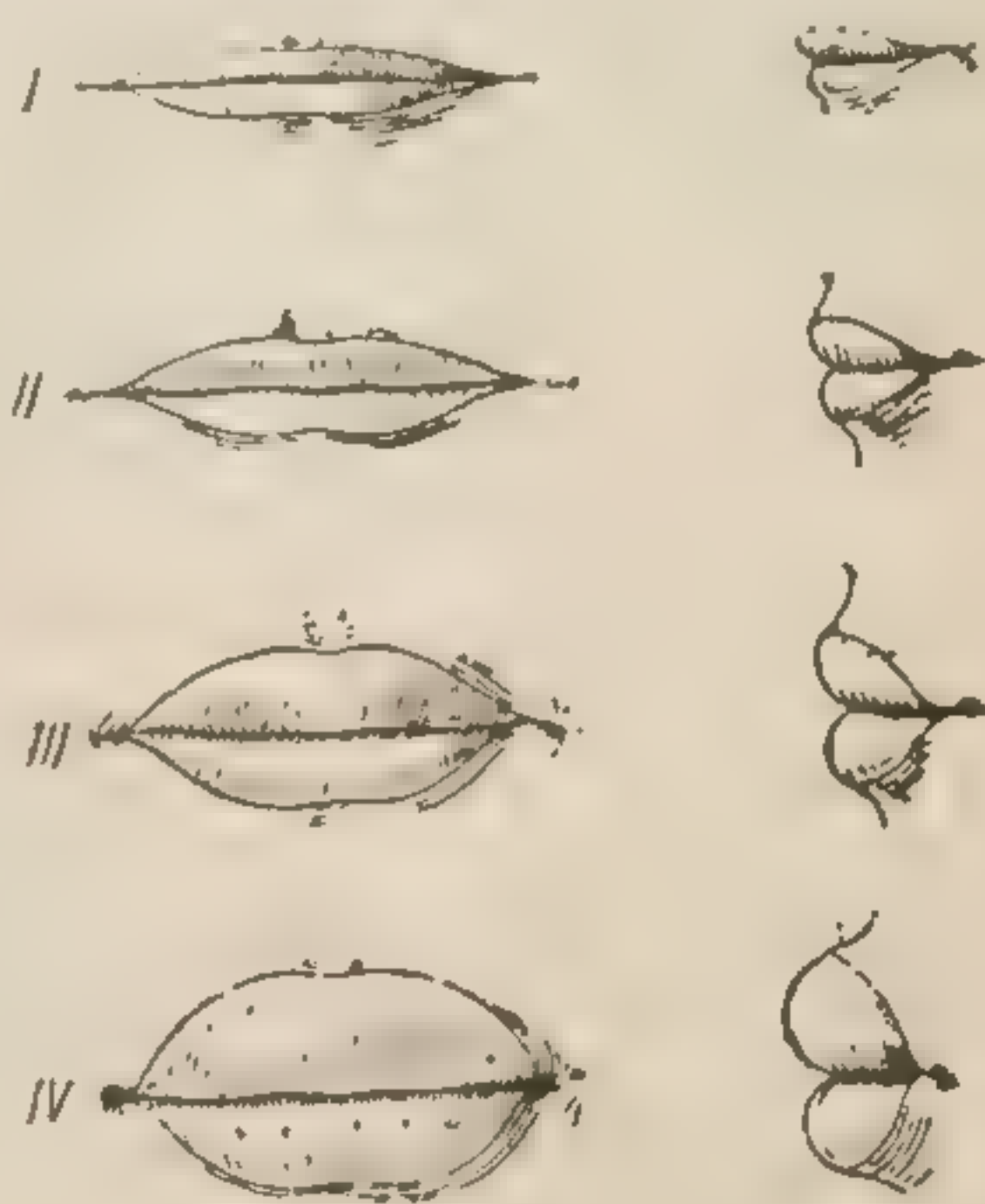


Рис. III.7. Вариации толщины слизистой части губ (по Бунаку, Нестурху, Рогиноскому, 1941):  
I — тонкие, II — средние, III — толстые, IV — вздутые



бы определяется как измерительно, так и описа-  
 яя губа (19—21 мм) характерна для групп с вы-  
 р для многих народов Северной Европы, Сибири,  
 верной Америки, хотя строгой связи между вы-  
 знаком не обнаружено. Низкая губа (13—15 мм)  
 изколицы групп в Южной Европе, на Кавказе,  
 ндии, Индокитае,

то суммарная вы-  
 верхней и нижней  
 мерительно и опи-  
 По Г. Ф. Дебецу,  
 бы толщиной до  
 , толстыми —10—  
 е 13 мм. Нижняя  
 рхней. У женщин  
 у мужчин. Наболь-  
 риканцев, австра-  
 у многих групп  
 итая, Индонезии,  
 Северной Азии и  
 цина губ зависит  
 и развития кру-  
 особенно ее крае-  
 ихся со слизис-  
 и она зависит от

упание верхней  
 — губа) харак-  
 в, меланезийцев,

монголоидных групп. Для европеоидов типична  
 е верхней губы в известной мере обусловлива-  
 одентией<sup>5</sup> (см. гл. VI и VII). Однако у многих  
 аблюдается прохейлия при отсутствии выступа-  
 зубов. Опистохейлия (отступление губы назад)  
 ько у отдельных вариантов в европеоидных

бы может иметь разную форму. У негров он  
 европейцев — прямой, у африканцев —

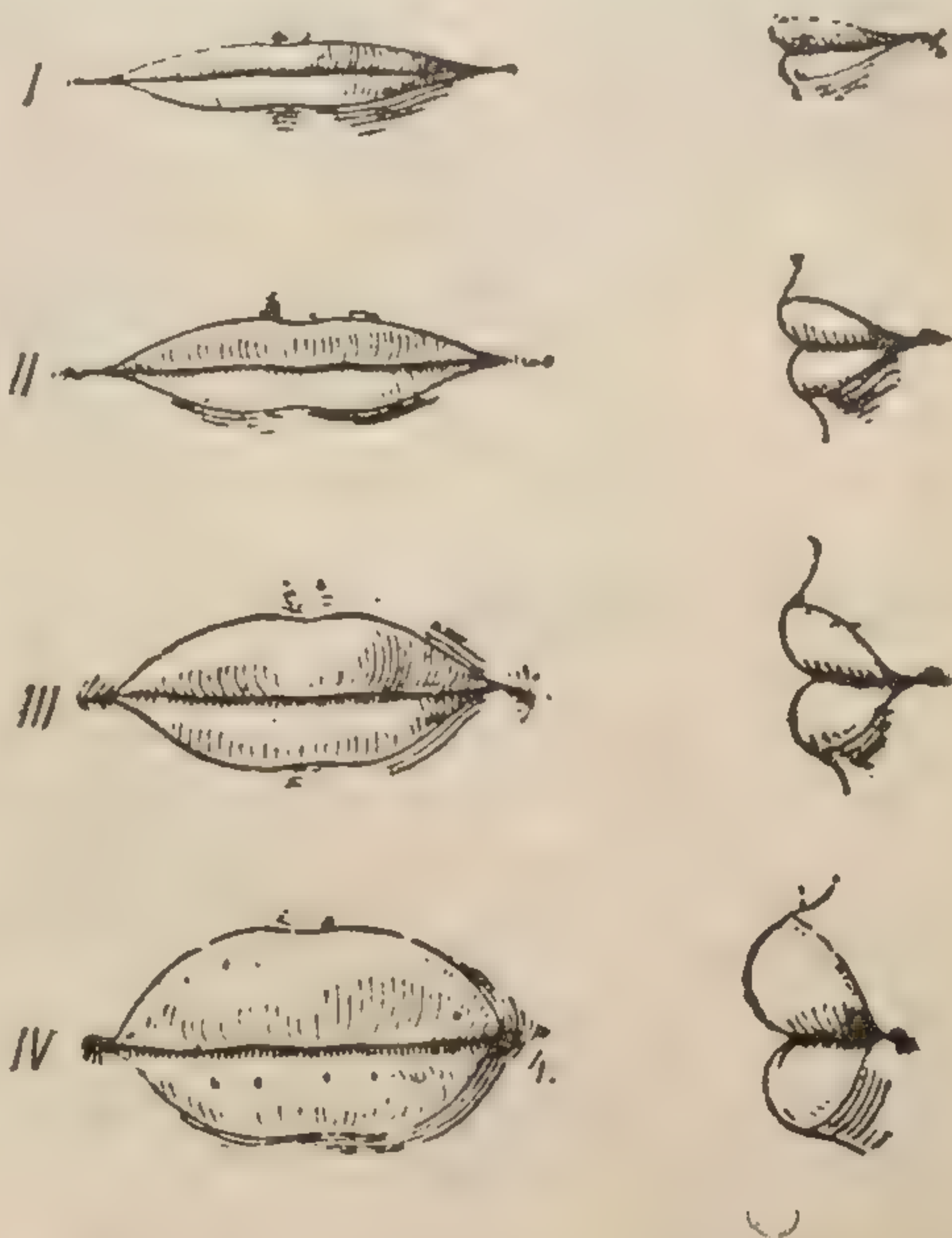


Рис. III.7. Вариации толщины сли-  
 зистой части губ (по Бунаку, Не-  
 стурху, Рогинскому, 1941):

I — тонкие, II — средние, III —  
 толстые, IV — вздутые



В течение жизни наблюдаются следующие основные изменения в области рта. Высота верхней губы увеличивается, особенно после 40 лет. Толщина губ увеличивается до 25 лет, после этого начинает уменьшаться и особенно заметно уменьшается после 40 лет. Ширина рта увеличивается, что особенно подчеркивается в связи с уменьшением толщины губ. С возрастом уменьшается процент выступающих губ. Этот признак особенно выражен в детском возрасте у европеоидных и смешанных расовых типов. У взрослых этот признак изменяется мало во всех группах.

Расовые особенности губ проявляются очень рано. Так, толстые губы заметны у 11-недельных плодов негров; сильное выступание и большая толщина губ описаны у 17—18-недельных плодов австралийцев; у 5—9-месячных плодов японцев наблюдается уже резко выраженная прохейлия.

### УШНАЯ РАКОВИНА

Хорошо развитая у млекопитающих, ушная раковина у человека сказывается частично редуцированной. Процесс редукции начинается у обезьян. В процессе редукции уменьшается длина ушной раковины и изменяется ее форма и рельеф. По форме ушной раковины ближе всего к человеку стоят антропоморфные обезьяны (рис. III.8) и особенно горилла, но у них рельеф раковины выражен слабее, чем у человека, и отсутствует мочка.



Рис. III.8. Форма ушной раковины у разных приматов (по Жеденову, 1962):

I — макак; II — мартышка; III — шимпанзе; IV — человек.  
1 — завиток; 2 — противозавиток; 3 — ножки противозавитка;  
4 — ладьевидная ямка; 5 — противокозелок; 6 — мочка; 7 —  
межкозелковая вырезка; 8 — козелок; 9 — полость раковины;  
10 — челнок; 11 — треугольная ямка

Размеры и форма ушной раковины подвержены у человека большим индивидуальным вариациям, причем различные признаки ее мало коррелируют между собой. Сочетание многих независимо варьирующих признаков делает ухо человека уникальным, что широко используется в криминалистике. Групповые вариации ушной раковины изучены мало. Видимо, большой расоводиагностической ценности ее признаки не имеют, но некоторые различия между расами существуют.

Ушная раковина представляет собой эластический хрящ, покрытый кожей. Свободный край хряща завернут и образует завиток. Завиток начинается спереди ножкой, которая выходит из углубления ушной раковины и охватывает передний, верхний и задний края раковины.



но горилла, но у них рельеф раковины выражен слабее, чем у человека, и отсутствует мочка.

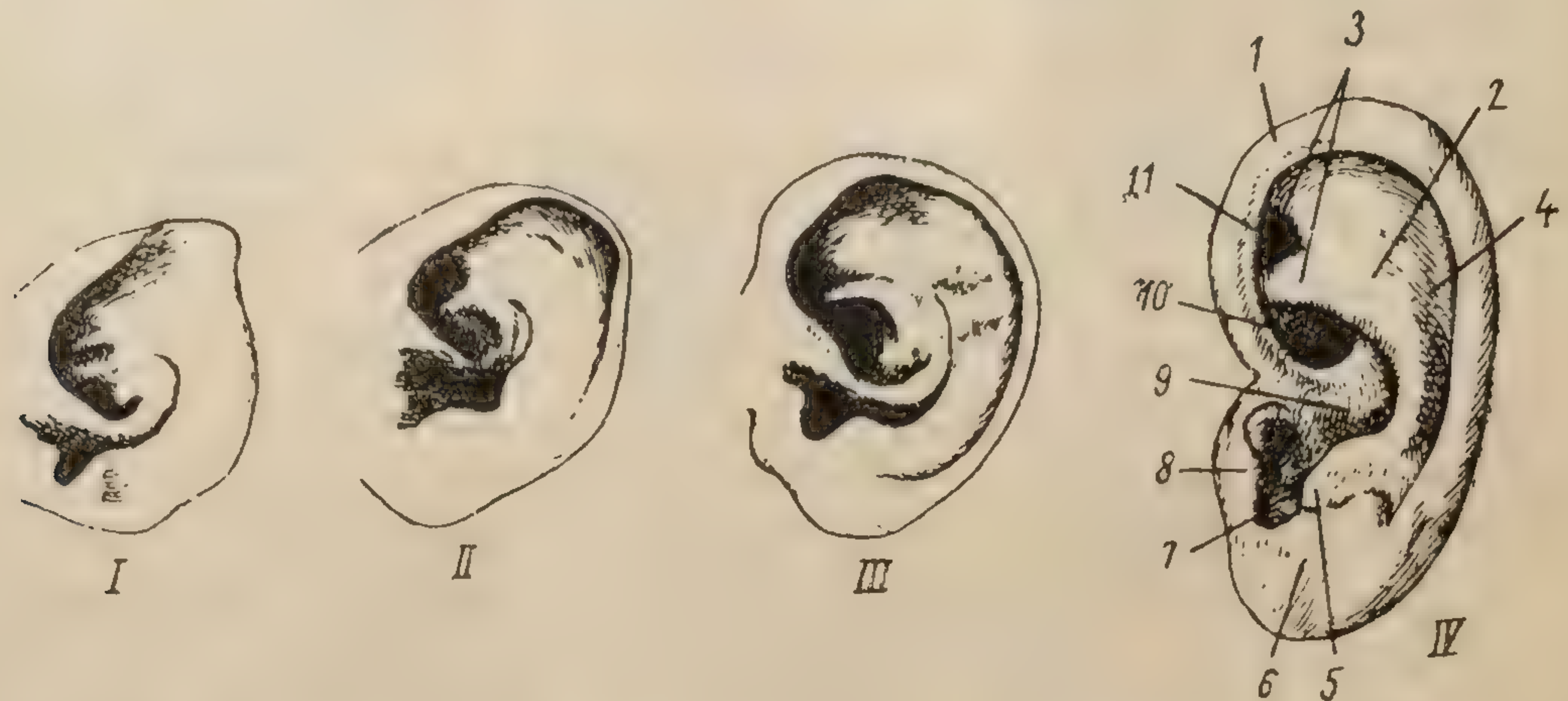


Рис. III.8. Форма ушной раковины у разных приматов (по Жеденову, 1962):

*I* — макак; *II* — мартышка; *III* — шимпанзе; *IV* — человек.  
*1* — завиток; *2* — противозавиток; *3* — ножки противозавитка;  
*4* — ладьевидная ямка; *5* — противокозелок; *6* — мочка; *7* —  
 межкозелковая вырезка; *8* — козелок; *9* — полость раковины;  
*10* — челнок; *11* — треугольная ямка

Размеры и форма ушной раковины подвержены у человека большим индивидуальным вариациям, причем различные признаки ее мало коррелируют между собой. Сочетание многих независимо варьирующих признаков делает ухо человека уникальным, что широко используется в криминалистике. Групповые вариации ушной раковины изучены мало. Видимо, большой расоводиагностической ценности ее признаки не имеют, но некоторые различия между расами существуют.

Ушная раковина представляет собой эластический хрящ, покрытый кожей. Свободный край хряща завернут и образует завиток. Завиток



Нижний конец ушной раковины образует ушная долька, или мочка, лишенная хряща и содержащая внутри жировую ткань. Параллельно завитку располагается валик — противозавиток. Углубление между ними называется ладьей. Наверху противозавиток разделяется на две ножки — верхнюю и нижнюю, между ними находится треугольная ямка. Противозавиток ограничивает сзади углубление ушной раковины, которое разделяется ножкой завитка на челнок (сверху) и полость раковины (снизу); в глубине последней открывается отверстие наружного слухового прохода. На переднем краю полости ушной раковины находится выступ — козелок, на нижнем конце противозавитка — противокозелок. Козелок и противокозелок разделены глубокой межкозелковой вырезкой (см. рис. III.8). Край ушной раковины округлый, в верхней части заднего края часто встречается ушной (дарвинов) бугорок — остаток заостренной верхушки уха млекопитающих.

Ушная раковина снабжена несколькими мышцами, относящимися к мимическим. Три ушные мышцы (передняя, верхняя и задняя) начинаются на черепе и заканчиваются на ушном хряще; шесть собственных мышц ушной раковины соединяют части хряща. У человека они рудиментарны, и у большинства людей ушная раковина неподвижна.

Наименьшая длина ушной раковины (физиономическая) отмечена у негроидов (49—59 мм), наибольшая — у монголоидов (67,5—75,0 мм); европеоиды занимают промежуточное положение

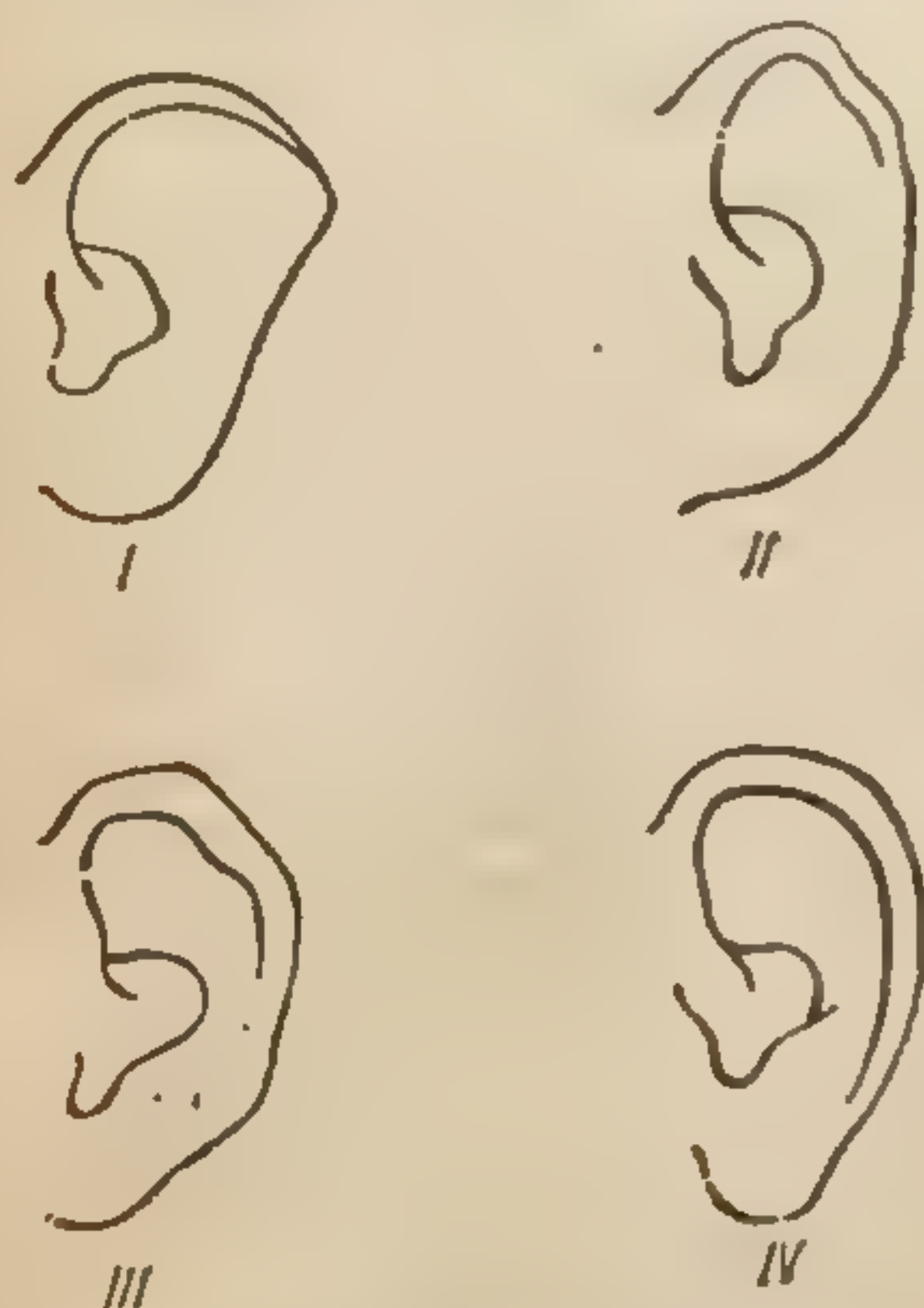


Рис. III.9. Варианты развития завитка и мочки уха (по Буняку, Нестурху, Рогинскому, 1941):

I — макаково ухо; II — церкопитековое ухо; III — более оформленный завиток, но короткий по протяжению, средняя форма мочки; IV — завиток оформлен на всем протяжении, мочка отвисающая



Рис. III.10. Ушные раковины макака (А) и 6-месячного плода человека (Б) (по Грегори, 1934)

(61,4 мм). У женщин ушная раковина меньше по размеру и рельеф ее выражен лучше, чем у мужчин.

Мочка уха лучше всего развита у монголоидов, меньше у европеоидов и еще меньше у негроидов, однако расовые различия по этому признаку неопределены. У женщин отмечается большее развитие мочки.

Вариации подвержены степень завернутости завитка и выраженность ушного бугорка (с этим бугорком не следует путать «сатиров бугорок», иногда имеющийся на верхнем крае уха). Ушной бугорок чаще наблюдается у мужчин. Расоводиагностической ценности он не имеет.

Иногда встречается атавистическая форма уха с развернутым и



ковой вырезкой (см. рис. III.8). Край ушной раковины в верхней части заднего края часто встречается ушным горком — остаток заостренной верхушки уха млекопитающих.

Ушная раковина снабжена несколькими мышцами, относящимися к мимическим. Три ушные мышцы (передняя, верхняя и задняя) начинаются на черепе и заканчиваются на ушном хрящике. Этих мышц ушной раковины соединяют части хрящевой ткани, рудиментарны, и у большинства приматов ушная раковина неподвижна.

Наименьшая длина (физиономическая) ушей приматов (49—59 мм), найденная у голлоидов (67,5—75,0 мм), приматов занимают промежуточные значения.

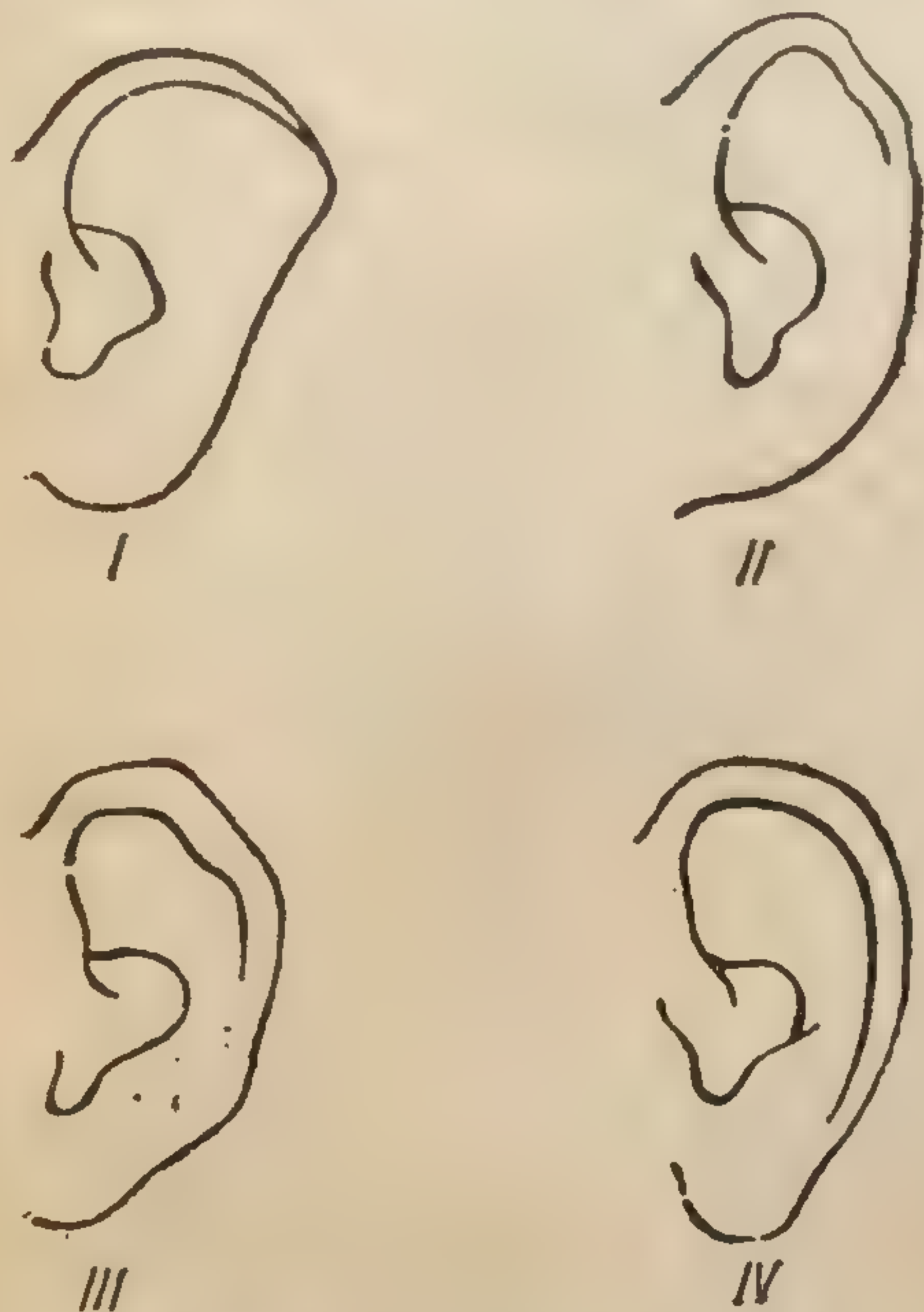


Рис. III.9. Варианты развития завитка и мочки уха (по Бунаку, Нестурху, Рогинскому, 1941):

I — макаково ухо; II — церкопитековое ухо; III — более оформленный завиток, но короткий по протяжению, средняя форма мочки; IV — завиток оформлен на всем протяжении, мочка отвисающая

Различия по этому признаку неопределенны. У приматов наблюдается большее развитие мочки.

Вариации подвержены степень завернутости завитка и форма мочки (с этим бугорком не следует



Рис. III.10. Ушные раковины и 6-месячного плода человека (Грегори, 1933)

(61,4 мм). У женщин меньше по размеру и лучше, чем у мужчин.

Мочка уха лучше развита у монголоидов, меньше у негроидов, еще меньше у австралоидов.



соединяют части хряща. У человека они рудиментарны, и у большинства людей ушная раковина неподвижна.

Наименьшая длина ушной раковины (физиономическая) отмечена у негроидов (49—59 мм), наибольшая — у монголоидов (67,5—75,0 мм); европеоиды занимают промежуточное положение

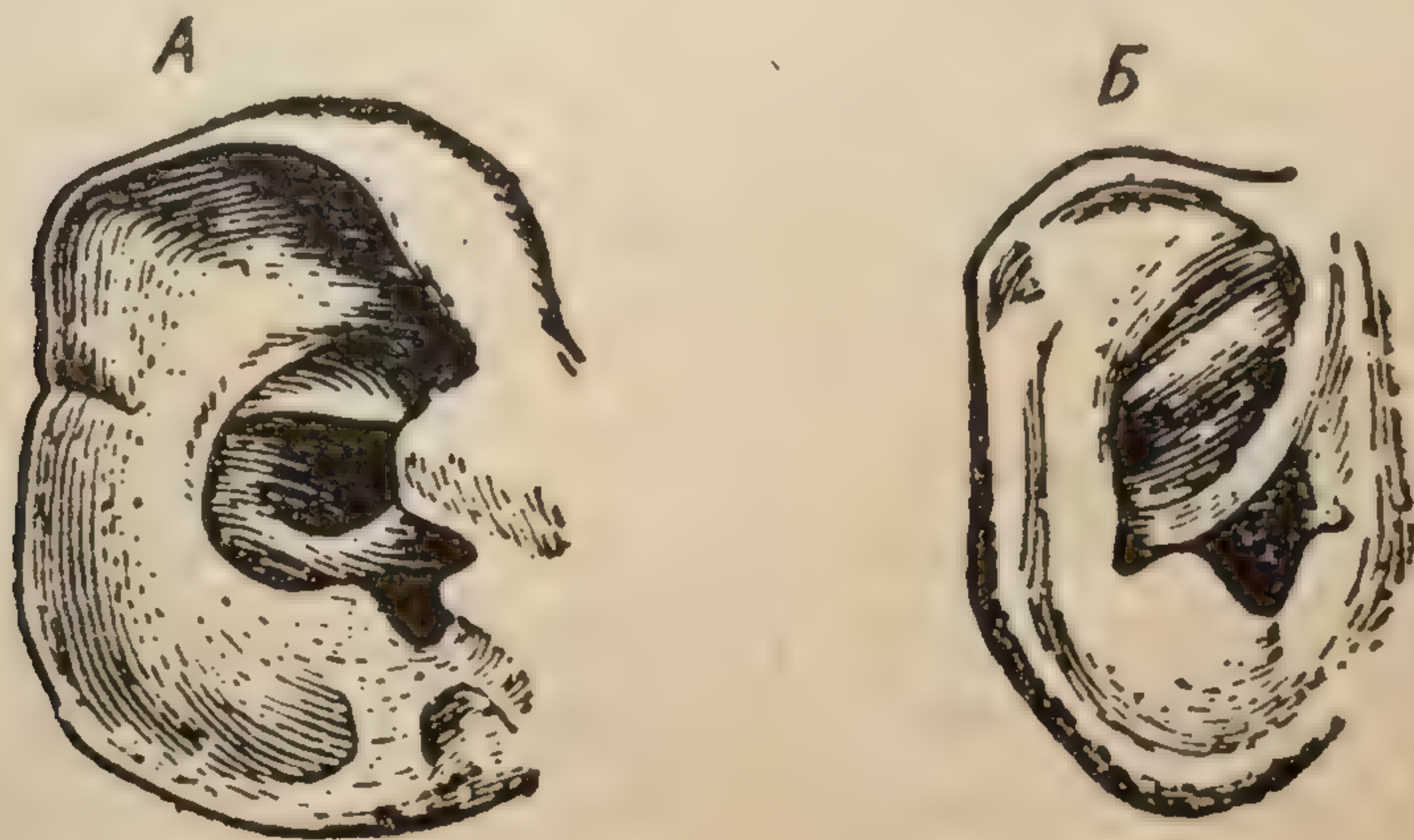


Рис. III.10. Ушные раковины макака (А) и 6-месячного плода человека (Б) (по Грегори, 1934)

(61,4 мм). У женщин ушная раковина меньше по размеру и рельеф ее выражен лучше, чем у мужчин.

Мочка уха лучше всего развита у монголоидов, меньше у европеоидов и еще меньше у негроидов, однако расопризнаку неопределенны. У женщин отмечаетки.



заостренным краем — «макаково ухо» (рис. III.9). Другая разновидность — церкопитековое ухо, с завитком, простирающимся на верхнюю часть заднего края, и расположенным здесь ушным бугорком (рис. III.9).

Варьируют и другие признаки ушной раковины: степень выступания противозавитка, расположение его по отношению к завитку, степень развития верхней и нижней ножки противозавитка, направление продольной оси уха, высота расположения уха.

Ушная раковина закладывается на 2-м мес утробного периода — в виде 6 бугорков, окружающих 1-ю жаберную щель. У 5—6-месячного плода ушная раковина похожа на ухо макака: завиток имеется только на переднем и верхнем крае, задний край уха развернут и заострен (рис. III.10). К моменту рождения определяются такие признаки уха, как завернутость завитка, уплощенность противозавитка, форма козелка, противозавитка и его ножек, межкозелковой вырезки. Ушная раковина новорожденного относительно крупнее, короче и шире, чем у взрослого, мочка выражена слабо, ушная раковина уплощена, завитки ее тесно прилегают друг к другу, ухо сильно оттопырено. Особенно интенсивно ушная раковина растет в первые годы жизни, причем наиболее интенсивен рост ее нижней части. Ухо больше растет в длину, чем в ширину; оформляется мочка, приобретающая окончательную форму в подростковом возрасте. Увеличивается выпуклость изгибов ушной раковины, и в связи с этим уменьшается оттопыренность уха. Размеры уха увеличиваются и после окончания периода роста в течение всей жизни, особенно после 35 лет. Длина уха увеличивается сильнее, чем ширина. Увеличивается отвисание мочки. Возрастные изменения величины и формы ушной раковины у взрослых объясняются деформацией ушной раковины в связи с утратой ею эластичности и отвисанием мочки.

#### НАРУЖНЫЙ НОС

Размеры и форма наружного носа являются важным диагностическим признаком в антропологических исследованиях, так как отличаются высокой изменчивостью: расовой, возрастно-половой, индивидуальной.

Наружный нос, выступающий из плоскости лица, характерен только для человека (см. гл. VI). В строении наружного носа человека и антропоморфных обезьян, особенно гориллы, много общего, хотя и у них нос почти не выступает из плоскости лица, а хрящи носа гораздо меньше, чем у человека.

Наружный нос человека состоит из хрящевой и костной частей, определяющих его форму. Костный скелет носа образован носовыми костями и лобными отростками верхнечелюстных костей. Хрящевой скелет носа включает непарный сошниково-носовой хрящ (хрящ носовой перегородки), который образует переднюю часть носовой перегородки; парный боковой хрящ носа, залегающий в средней части боковой стороны носа; большой хрящ крыла, который состоит из двух тонких пластинок, переходящих подковообразно друг в друга, — латеральная пластинка (ножка) залегает в носовом крыле, медиальная пластинка (ножка) огибает ноздрю в медиальной ее части и соединяется по средней линии с такой же пластинкой другой стороны, образуя самую переднюю подвижную часть носовой перегородки. Кроме больших имеются еще мелкие малые крыльные и добавочные носовые хрящи (рис. III.11).



Форма носа определяется формой отдельных его элементов: переносья, спинки, крыльев, кончика и ноздрей.

Для расовой диагностики особенную ценность представляют не столько абсолютные размеры носа (высота и ширина), сколько их процентное соотношение — носовой указатель (см. с. 36).

У женщин абсолютные размеры носа несколько меньше, а носовой указатель больше, чем у мужчин.

Форма переносья зависит от формы носовых костей, длины лобных отростков верхних челюстей и степени развития надпереносья. Низкое переносье характерно для большинства монголоидных и негроидных групп, высокое и среднее переносье у европеоидов. Многие признаки наружного носа коррелируют между собой.

Поперечный профиль спинки носа — угол между боковыми стенками носа на уровне его середины. Вместе с высотой переносья он характеризует степень выступающего носа. Между обоими признаками существует большая прямая связь. Плоский поперечный профиль спинки носа (т. е. слабое выступание) характерен для негроидов и монголоидов, средний и высокий профиль — для европеоидов, эскимосов и американских индейцев.

Продольный (общий) профиль спинки носа может быть вогнутым, прямым, выпуклым, извилистым. Распределение этого признака по расам очень пестрое. Выпуклая спинка, чаще сочетающаяся с высоким переносьем, встречается, например, у народов Кавказа, Передней Азии и др., а вогнутая — с низким и средним переносьем — у индонезийцев, австралийцев и др. При меньшей высоте носа чаще встречается вогнутая спинка, прямая и выпуклая спинки чаще встречаются при высоких носах. У женщин вогнутая спинка встречается чаще.

Положение кончика носа и его основания связаны друг с другом и с формой спинки носа: при вогнутой спинке кончик и основание носа приподняты, при выпуклой — горизонтальны или опущены. Географическое распределение этих признаков мозаично и соответствует распределению продольного профиля.

Форма ноздрей бывает округлой, треугольной, овальной. Округлая и треугольная формы чаще сочетаются с широким, уплощенным носом, овальная — с узким и выступающим.

Еще большую связь с общей формой носа обнаруживает положение продольных осей (поперечное, косое или продольное). При широком уплощенном носе ноздри расположены чаще поперечно, при узком выступающем — продольно.

Наружный нос новорожденного по сравнению со взрослым относи-

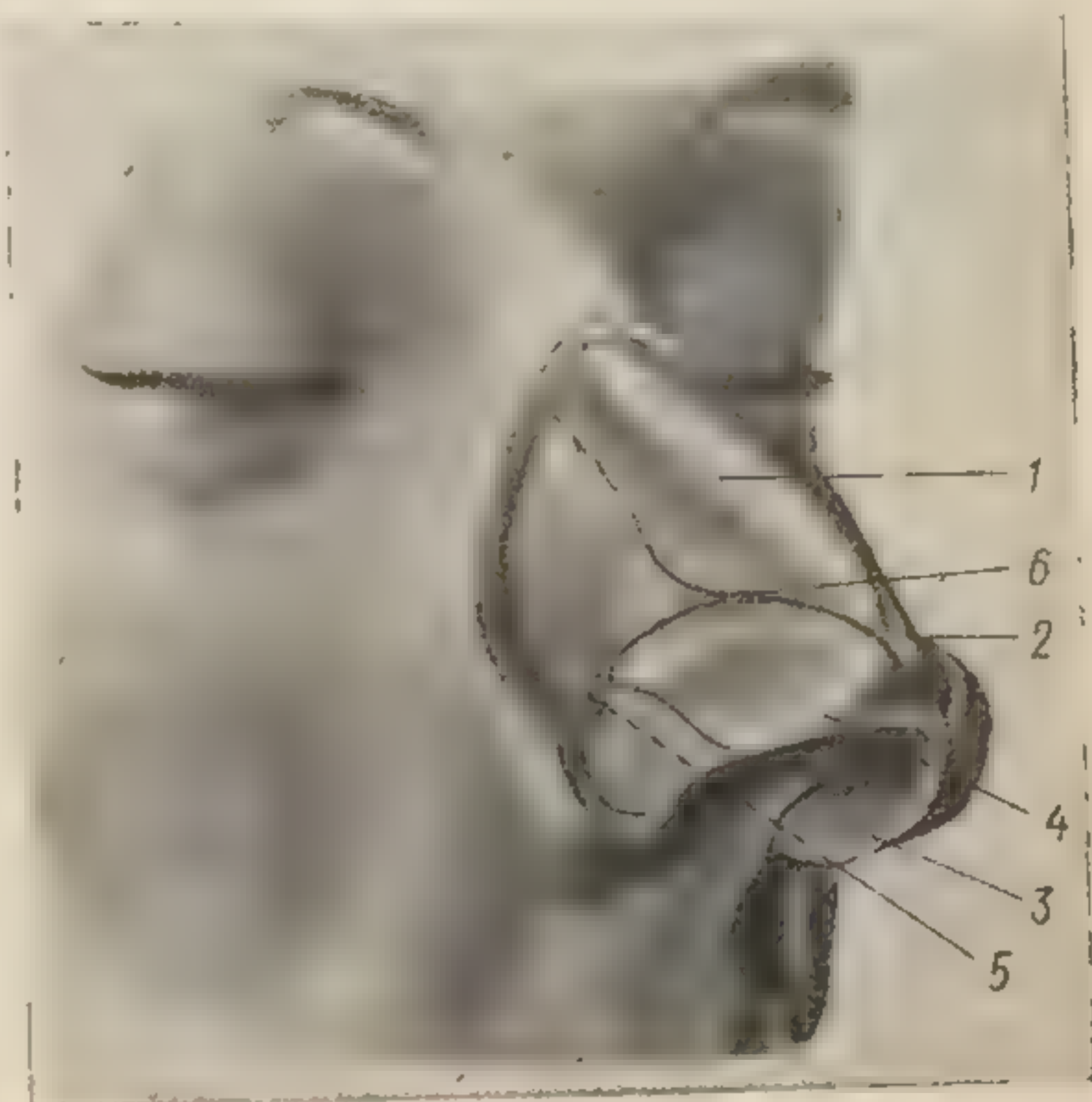


Рис. III.11. Хрящи носа (по Рогинскому, Левину, 1978):

1 — боковой; 2 — сошниково-носовой; 3, 4 — большой хрящ крыла: медиальная (3) и латеральная (4) ножки; 5 — малый крыльчатый; 6 — добавочный



ределяется формой отдельных его элементов: переносицы, кончика и ноздрей.

Диагностики особенную ценность представляют не размеры носа (высота и ширина), сколько их профиль — нососпинка (рис. 36).

Абсолютные размеры только меньше, а относительный больше.

Профиль спинки носа зависит от формы костей, длины и положения верхних зубов, развития и формы переносицы. Для больных с высоким и низким носом европейского типа характерны следующие признаки: на профиль носа влияют ме-

Профиль спинки носа между боковыми и на уровне. Вместе с тем он характеризуется выступанием боковыми при-знаками большая спинка носа (т. е. слабое выступание) характерен для народов, средний и высокий профиль — для европейцев, американских индейцев.

Профиль спинки носа может быть вогнутым, извилистым. Распределение этого признака по народам. Выпуклая спинка, чаще сочетающаяся с высоким носом, встречается, например, у народов Кавказа, Передней Азии

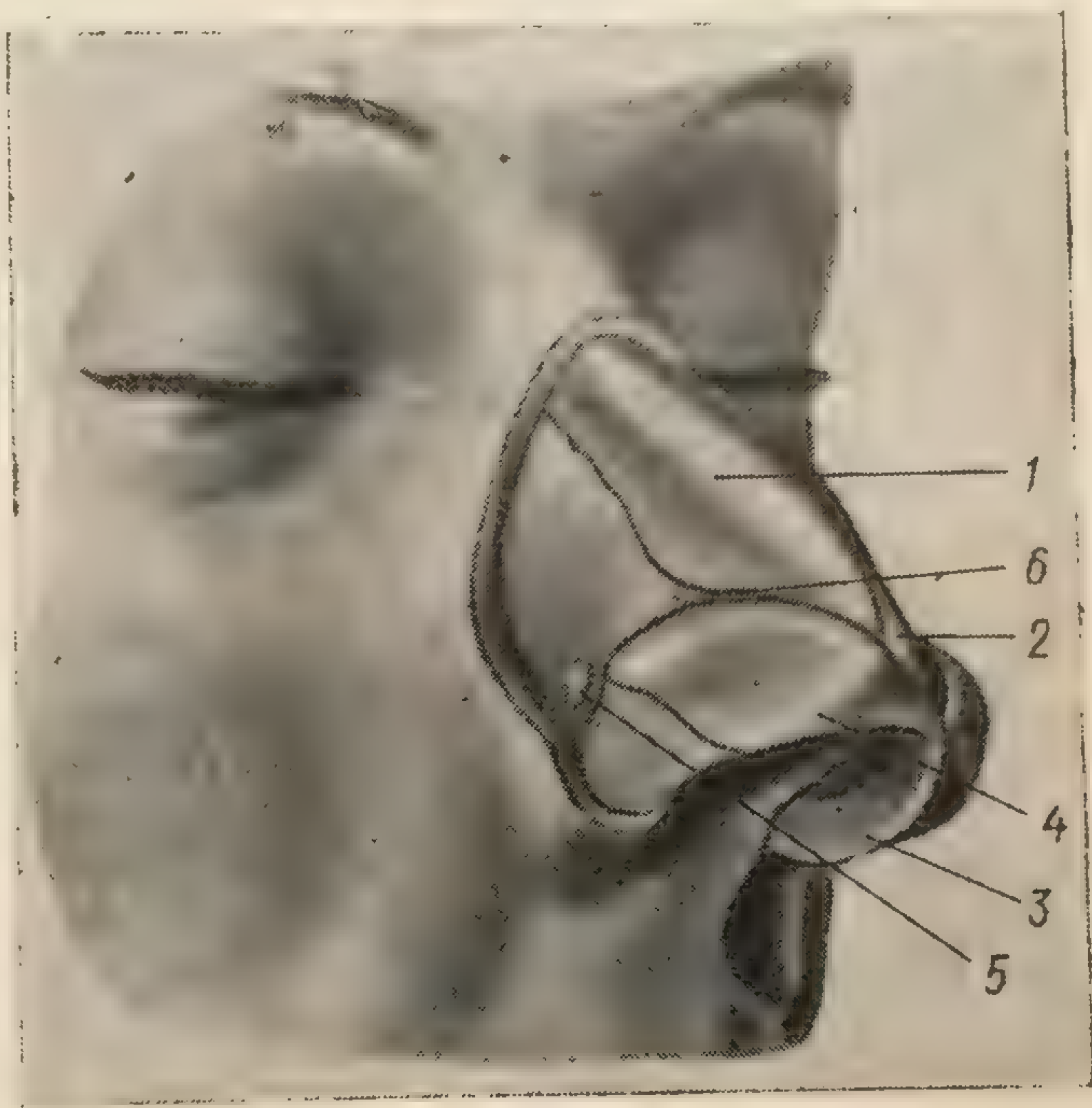


Рис. III.11. Хрящи носа (по Рогинскому, Левину, 1978):

1 — боковой; 2 — сошниково-носовой; 3, 4 — большой хрящ крыла: медиальная (3) и латеральная (4) ножки; 5 — малый крыль-ный; 6 — добавочный



тельно короткий, широкий и плоский, с вогнутой спинкой, поднятым кончиком и основанием, слабо выступающими крыльями, округлыми ноздрями, расположенными поперечно. Наибольшие изменения формы носа приходятся на первые 9 лет жизни, когда особенно интенсивно растет нижняя часть лица. Окончательная форма носа устанавливается к 26 годам. К старости кончик носа опускается, что связано с редукцией альвеолярных отростков верхних челюстей и опусканием передней носовой ости, а также с уменьшением упругости тканей.

Расовые различия в форме носа проявляются уже в пренатальном периоде: так, у 11-недельных плодов негров нос шире, чем у европейцев, но эта разница меньше, чем у взрослых людей.

Особенности строения черепа и мягких тканей лица широко используются при выявлении этнотерриториальных особенностей человека.

#### ГЛАВА IV

### ОБЩИЕ РАЗМЕРЫ И ПРОПОРЦИИ ТЕЛА

#### ТОТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ТЕЛА

К тотальным размерам тела относятся его длина, вес и обхват груди. Тотальные размеры характеризуют процессы роста и физического развития человека, а также определяющиеся их своеобразием индивидуальные и групповые различия взрослых людей.

#### ДЛИНА ТЕЛА

Длина тела интегрально отражает процесс продольного роста человека и наиболее часто определяется в различных антропологических исследованиях. Средняя длина тела взрослых людей (20—60 лет), по данным обследования 320 популяций, относящихся к различным расам и этническим группам всех континентов, составляет для мужчин 165, для женщин — 154 см. Средние статистические параметры, характеризующие длину тела взрослого населения СССР, полученные по материалам исследования 34 этнических групп, выглядят следующим образом:

	М, см	$\sigma$	$v$
Мужчины	165,1	5,6	3,4
женщины	153,5	5,4	3,5

Половые различия по длине тела в абсолютном большинстве групп не выходят за пределы 9—12 см. Групповые различия у мужчин, как правило, находятся в границах от 153 до 175 см, у женщин — от 142 до 164 см. Меньшая длина тела встречается лишь в пигмеоидных группах, живущих в некоторых районах Центральной Африки, на Андаманских островах, на Филиппинах и в Новой Гвинее.

Пределы нормальной межгрупповой изменчивости длины тела зависят от генетических особенностей и социально-экономических усло-



вий жизни каждой конкретной группы. Так, в Экваториальной Африке соседствуют группы, резко различающиеся по длине тела: пигмей бамбути — одни из наиболее низкорослых жителей на нашей планете — имеют среднюю длину тела 141 см, и живущие рядом группы нуэр из Судана — 185 см. Границы нормальной индивидуальной изменчивости в первой группе составляют 125—157 см, во второй — 168—200 см, т. е. самые низкорослые мужчины нуэр будут всегда значительно выше любого представителя бамбути. В СССР в относительной территориаль-

Таблица IV.1

Тотальные размеры тела представителей различных этнических групп СССР в возрасте 20—59 лет, обследованных в 1960—1976 гг. (по материалам НИИ антропологии МГУ)

Национальность и год обследования	Численность группы		Длина тела, см		Вес тела, кг		Обхват груди, см	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Эстонцы, 1967 . . . . .	294	293	172,6	161,0	74,4	66,9	99,0	96,6
Латыши, 1967 . . . . .	280	290	171,5	160,1	72,6	67,2	98,0	96,1
Литовцы, 1967 . . . . .	298	293	170,9	157,8	73,4	65,8	98,8	96,2
Украинцы, 1967 . . . . .	149	144	169,0	158,8	70,3	68,6	96,5	100,5
Русские, 1967 . . . . .	361	359	168,6	157,5	66,9	67,3	96,0	98,5
Грузины, 1967 . . . . .	311	301	168,1	156,6	73,0	67,1	96,0	96,5
Молдаване, 1975 . . . . .	448	—	168,1	—	—	—	94,6	—
Белорусы, 1967 . . . . .	213	307	167,8	156,5	67,8	64,3	96,6	96,9
Туркмены, 1967 . . . . .	201	208	167,8	154,7	65,9	56,4	—	—
Мордва, 1961 . . . . .	245	241	167,1	155,6	—	—	87,7	86,7
Узбеки, 1961 . . . . .	414	417	166,4	154,1	—	—	86,5	83,6
Казахи, 1962 . . . . .	600	569	166,2	153,2	—	—	88,7	83,8
Киргизы, 1962 . . . . .	412	449	165,8	153,5	—	—	88,4	83,7
Таджики, 1962 . . . . .	410	389	165,5	154,5	—	—	88,6	82,0
Башкиры, 1961 . . . . .	278	201	165,6	152,7	—	—	87,8	85,1
Буряты, 1967 . . . . .	136	191	165,4	154,8	63,8	56,1	87,7	83,8
Армяне, 1967 . . . . .	298	320	164,9	154,0	64,3	62,4	93,1	94,6
Азербайджанцы, 1967 . . . . .	297	308	164,9	153,2	64,2	59,5	91,5	92,6
Коми, 1961 . . . . .	288	342	164,9	153,0	—	—	89,3	87,5
Хакасы, 1968 . . . . .	317	339	164,9	151,9	65,0	56,8	94,4	86,9
Чукчи береговые, 1971 . . . . .	87	124	164,5	153,1	63,2	55,1	92,2	86,9
Татары, 1960 . . . . .	302	322	164,3	152,4	—	—	88,6	83,6
Марийцы, 1962 . . . . .	350	378	164,2	150,9	—	—	87,8	85,2
Удмурты, 1961 . . . . .	256	235	164,0	152,8	—	—	87,6	85,9
Тувинцы, 1976 . . . . .	124	126	163,2	151,4	58,9	55,0	86,7	83,3
Эскимосы, 1971 . . . . .	56	58	162,8	152,0	64,2	56,7	91,0	85,1
Якуты, 1974 . . . . .	121	125	162,5	152,7	62,0	54,8	88,6	83,7
Ительмены, 1972 . . . . .	24	32	162,1	152,4	60,8	55,0	91,0	85,0
Эвены, 1973 . . . . .	17	46	161,2	150,1	58,7	53,4	88,2	84,5
Коряки, 1972 . . . . .	60	47	161,1	150,0	59,6	53,2	87,4	84,2
Нивхи Сахалина, 1974 . . . . .	63	51	160,6	150,2	59,7	50,0	90,4	81,1
Ненцы лесные, 1969 . . . . .	46	38	159,9	147,7	57,2	47,3	88,7	83,2
Алеуты, 1973 . . . . .	11	15	158,5	149,3	63,4	59,0	91,1	88,7
Саамы, 1970 . . . . .	22	18	156,8	147,1	56,4	51,7	89,1	83,5

ной близости проживают значительно различающиеся между собой по средней длине тела эстонцы (172,6 см) и саамы (156,8 см), однако индивиды с одинаковой длиной тела достаточно часто встречаются в обеих группах (табл. IV.1).

В связи с наблюдаемым в последние десятилетия увеличением дефинитивных размеров тела человека границы индивидуальных значений длины тела сдвигаются в сторону больших размеров. Так, для мужчин европеоидной расы можно считать нормальными вариации



в первой группе составляют 125—157 см, во второй — 168—200 см, т. е. самые низкорослые мужчины нуэр будут всегда значительно выше любого представителя бамбути. В СССР в относительной территориаль-

Таблица IV.1

Тотальные размеры тела представителей различных этнических групп СССР в возрасте 20—59 лет, обследованных в 1960—1976 гг.  
(по материалам НИИ антропологии МГУ)

Национальность и год обследования	Численность группы		Длина тела, см		Вес тела, кг		Обхват груди, см	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Эстонцы, 1967 . . . . .	294	293	172,6	161,0	74,4	66,9	99,0	96,6
Латыши, 1967 . . . . .	280	290	171,5	160,1	72,6	67,2	98,0	96,1
Литовцы, 1967 . . . . .	298	293	170,9	157,8	73,4	65,8	98,8	96,2
Украинцы, 1967 . . . . .	149	144	169,0	158,8	70,3	68,6	96,5	100,5
Русские, 1967 . . . . .	361	359	168,6	157,5	66,9	67,3	96,0	98,5
Грузины, 1967 . . . . .	311	301	168,1	156,6	73,0	67,1	96,0	96,5
Молдаване, 1975 . . . . .	448	—	168,1	—	—	—	94,6	—
Белорусы, 1967 . . . . .	213	307	167,8	156,5	67,8	64,3	96,6	96,9
Туркмены, 1967 . . . . .	201	208	167,8	154,7	65,9	56,4	—	—
Мордва, 1961 . . . . .	245	241	167,1	155,6	—	—	87,7	86,7
Узбеки, 1961 . . . . .	414	417	166,4	154,1	—	—	86,5	83,6
Казахи, 1962 . . . . .	600	569	166,2	153,2	—	—	88,7	83,8
Киргизы, 1962 . . . . .	412	449	165,8	153,5	—	—	88,4	83,7
Таджики, 1962 . . . . .	410	389	165,5	154,5	—	—	88,6	82,0
Башкиры, 1961 . . . . .	278	201	165,6	152,7	—	—	87,8	85,1
Буряты, 1967 . . . . .	136	191	165,4	154,8	63,8	56,1	87,7	83,8
Армяне, 1967 . . . . .	298	320	164,9	154,0	64,3	62,4	93,1	94,6
Азербайджанцы, 1967 . . . . .	297	308	164,9	153,2	64,2	59,5	91,5	92,6
Коми, 1961 . . . . .	288	342	164,9	153,0	—	—	89,3	87,5
Хакасы, 1968 . . . . .	317	339	164,9	151,9	65,0	56,8	94,4	86,9
Чукчи береговые, 1971 . . . . .	87	124	164,5	153,1	63,2	55,1	92,2	86,9
Татары, 1960 . . . . .	302	322	164,3	152,4	—	—	88,6	83,6
Марийцы, 1962 . . . . .	350	378	164,2	150,9	—	—	87,8	85,2
Удмурты, 1961 . . . . .	256	235	164,0	152,8	—	—	87,6	85,9
Тувинцы, 1976 . . . . .	124	126	163,2	151,4	58,9	55,0	86,7	83,3
Эскимосы, 1971 . . . . .	56	58	162,8	152,0	64,2	56,7	91,0	85,1
Якуты, 1974 . . . . .	121	125	162,5	152,7	62,0	54,8	88,6	83,7
Ительмены, 1972 . . . . .	24	32	162,1	152,4	60,8	55,0	91,0	85,0
Эвены, 1973 . . . . .	17	46	161,2	150,1	58,7	53,4	88,2	84,5
Коряки, 1972 . . . . .	60	47	161,1	150,0	59,6	53,2	87,4	84,2
Нивхи Сахалина, 1974 . . . . .	63	51	160,6	150,2	59,7	50,0	90,4	81,1
Ненцы лесные, 1969 . . . . .	46	38	159,9	147,7	57,2	47,3	88,7	83,2
Алеуты, 1973 . . . . .	11	15	158,5	149,3	63,4	59,0	91,1	88,7
Саамы, 1970 . . . . .	22	18	156,8	147,1	56,4	51,7	89,1	83,5

ной близости проживают значительно различающиеся между собой по средней длине тела эстонцы (172,6 см) и саамы (156,8 см), однако индивиды с одинаковой длиной тела достаточно часто встречаются в обеих группах (табл. IV.1).

В связи с наблюдаемым в последние десятилетия увеличением дефинитивных размеров тела человека границы индивидуальных значений длины тела сдвигаются в сторону больших размеров. Так, для мужчин европеоидной расы можно считать нормальными вариации



длины тела в пределах 155—187 см, для женщин — 144—175 см. В более узких регионах внутригрупповая изменчивость длины тела, как и других тотальных размеров, значительно превышает межгрупповую. Если же взять население земного шара в целом, то размах внутригрупповой и межгрупповой изменчивости длины тела оказывается сходным ( $v=3,5-4,0$ ).

При некоторых нарушениях деятельности желез внутренней секреции процесс роста тела в длину замедляется и заканчивается рано или, напротив, протекает слишком интенсивно, завершаясь значительно позже обычного. В первом случае длина тела взрослых не превышает 125—130 см (нанизм), во втором — длина тела мужчин больше 200 см, женщин — 190 см (гигантизм).

В настоящее время рост тела в длину практически прекращается у женщин в возрасте 16—17 лет, у мужчин — 18—19 лет. В период от 17—19 до 60 лет длина тела остается стабильной. Постепенное уменьшение средней длины тела с возрастом, начиная с 45 лет, объясняется принадлежностью лиц старших возрастов исследуемой группы к предыдущему, более низкорослому поколению. Лишь после 60 лет происходит действительное уменьшение длины тела на 0,5—1,0 см за каждое последующее 5-летие. Это изменение обусловлено главным образом потерей эластичности и сплющиванием межпозвоночных хрящевых дисков, а также понижением нервно-мышечного тонуса, приводящего к плоскостопию и ухудшению осанки тела.

**Возрастные изменения длины тела.** Продольные размеры зародыша составляют к концу 1-го мес внутриутробного периода приблизительно 10 мм, 3-го — 90, 6-го — 320 и 9-го — 470 мм. На 9—10 мес плод заполняет полость матки и его рост замедляется. Средняя длина тела новорожденных мальчиков составляет в СССР 51,6 см (колебания в разных группах 50,0—53,3 см), девочек — 50,9 (49,7—52,2) см. Как правило, индивидуальные различия в длине тела новорожденных при нормальной по срокам беременности лежат в пределах 49—54 см.

Размеры тела новорожденных зависят от ряда причин: от общих размеров родителей, величины матки, питания матери, наличия токсикозов беременности, количества предшествующих родов и т. п. Так, небольшая положительная корреляция (коэффициент корреляции порядка 0,3—0,4) отмечается между длиной тела новорожденного и его родителей.

Наибольший прирост длины тела детей наблюдается на первом году жизни. В разных группах он колеблется от 21 до 25 см (в среднем 23,5 см). К году жизни длина тела достигает в среднем 74—75 см, варьируя по группам среди мальчиков в пределах 73—77 см, среди девочек 72—76 см.

Приводимые статистические данные относятся к среднерослому европеоидному населению СССР, в крайних высоко- или низкорослых группах все возрастные показатели будут соответственно несколько выше или ниже.

В период от 1 года до 7 лет как у мальчиков, так и у девочек годовичные прибавки длины тела постепенно уменьшаются с 10,5 до 5,5 см в год. От 7 до 10 лет длина тела увеличивается в среднем на 5 см в год. С 9-летнего возраста начинают проявляться половые различия в скорости роста. У девочек особенно заметное ускорение роста наблюдается в возрасте от 10 до 13 лет, затем продольный рост замедляется, а после 15 лет резко тормозится. У мальчиков наиболее интенсивный прирост длины тела происходит от 13 до 15 лет, затем также наступает замедление процесса роста (табл. IV.2).

Средние вел  
Возрастные  
периоды  
по годам

Новорожден-  
ные  
До 1 года  
1—4  
4—7  
7—10  
10—13  
13—16  
16—17

Максимум  
у девочек  
Вследствие  
роста у отде-  
ляется не  
наблюдения  
большинство

180  
160  
140  
120  
100  
80  
60  
0

Длина тела, см

Рис. IV

При  
мальчики  
вочки. П  
раньше, п  
девочки  
пают в ф  
чек по д  
прожива  
10 лет 4  
заглам  
и кривы



Средние величины годовых прибавок длины тела русских городских детей, см Таблица IV.2

Возрастные периоды по годам	Мальчики			Девочки		
	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка
Новорожденные	51,6	—	—	50,9	—	—
До 1 года	75,0	23,4	23,4	73,8	22,9	22,9
1—4	100,7	25,7	8,6	100,1	26,3	8,8
4—7	118,9	18,1	6,0	118,2	18,1	6,0
7—10	133,8	14,9	5,0	133,4	15,2	5,1
10—13	148,2	14,4	4,8	150,5	17,1	5,7
13—16	165,6	17,4	5,8	158,0	7,5	2,5
16—17	168,8	3,2	3,2	158,6	0,6	0,6

Максимальная скорость роста отмечается в пубертатном периоде: у девочек между 11 и 12 годами, у мальчиков — на 2 года позже. Вследствие разновременности наступления пубертатного ускорения роста у отдельных детей средняя величина максимальной скорости получается несколько заниженной (6—7 см в год). При индивидуальных наблюдениях видно, что максимальная скорость роста достигает у большинства мальчиков — 8—10 см, а у девочек — 7—9 см в год.

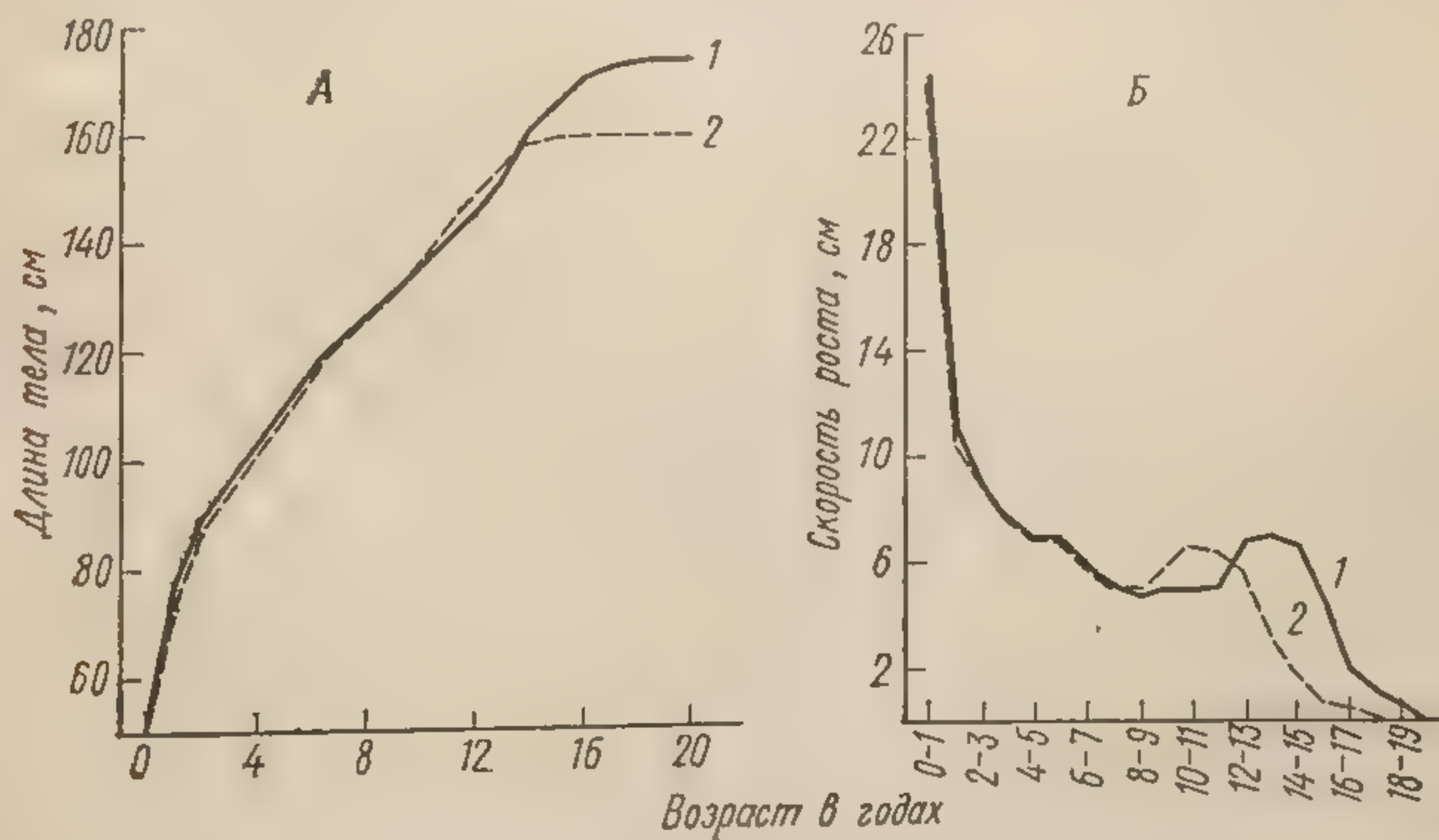


Рис. IV.1. Кривые роста (А) и скоростей роста (Б) длины тела детей Москвы (1 — мальчики; 2 — девочки) по данным 1960—1970 гг.

При нормальных условиях жизни, и в первую очередь питания, мальчики от рождения до 10 лет имеют большую длину тела, чем девочки. Поскольку пубертатное ускорение роста девочек начинается раньше, происходит так называемый «первый перекрест» кривых роста: девочки становятся выше мальчиков. Позднее, когда мальчики вступают в фазу пубертатного ускорения роста, они вновь обгоняют девочек — «второй перекрест». В среднем для русских детей, проживающих в городах, перекресты кривых роста приходятся на 10 лет 4 мес и 13 лет 10 мес. Межгрупповые различия по этим показателям не превышают 6 мес. На рис. IV.1 представлены кривые роста и кривые скоростей роста длины тела детей Москвы.



Поскольку неблагоприятные условия жизни в большей степени сказываются на скорости роста и развития мальчиков, в некоторых группах может наблюдаться задержка их роста. В таких случаях длина тела мальчиков на протяжении многих лет оказывается меньше, чем у девочек, и в силу этого первый перекрест кривых роста отсутствует.

При проведении межгрупповых сравнений процессов роста абсолютные величины годовых прибавок не достаточно показательны, так как они находятся в прямой зависимости от размеров тела, достигнутых к данному возрасту. Более показательна для подобных сопоставлений относительная величина годовых прибавок. Так, годовые приросты длины тела, выраженные в процентах (долях) дефинитивной или близкой к ней величины, позволяют сравнивать группы, значительно различающиеся по размерам тела (табл. IV.3).

Таблица IV.3

Относительные годовые приросты длины тела мальчиков по периодам  
(в тысячных долях от величины размера в 17 лет)

Возрастные периоды по годам	Киргизы Таласской долины	Русские г. Саратова	Латыши г. Риги
2—4	43	45	49
4—7	37	40	37
7—10	29	29	30
10—13	26	27	27
13—15	44	39	32
15—17	24	22	25
Длина тела в 17 лет	163,9	169,2	174,6

Анализ относительных годовых прибавок показывает, что длительность отдельных периодов пре-, пост- и пубертатного роста и сроки их наступления могут несколько варьировать в отдельных группах, однако четкой зависимости от дефинитивной длины тела не обнаруживается. Различия между относительно низко- и высокорослыми группами намечаются уже на ранних этапах онтогенеза и формируются в основном за счет разной интенсивности процесса роста на протяжении всего детского и подросткового возраста. Так, длина тела киргизских мальчиков составляет от длины тела латышских в 2 года 95,7%, в 7 лет — 93,5, в 13 лет — 91,5 и в 17 лет — 93,9%.

В целом закономерности процесса роста едины в самых различных группах, и дети достигают определенного уровня дефинитивной величины длины тела примерно в одни и те же сроки. Групповые различия в сроках не превышают  $\pm 6$  мес. Различия в скорости морфофункционального созревания мальчиков и девочек обуславливают и сроки достижения ими определенного уровня дефинитивных размеров:

Уровень достижения дефинитивной длины тела, %	Возраст, годы	
	девочки	мальчики
50	1,5	2
67	5	6
75	7	9
95	13	15



Индивидуальные кривые роста длины тела по сравнению со среднегрупповой кривой, характеризующей группу в целом, отличаются разнообразием времени начала и окончания пубертатной фазы роста и имеют более выраженные пики максимальной скорости роста, предшествующие возрасту полового созревания. Как правило, чем раньше созревают дети, тем выше у них максимальная скорость роста.

Дефинитивная длина тела человека, как можно судить по результатам продольных исследований, зависит от скорости роста в допубертатном периоде и времени полового созревания организма. В результате взаимодействия этих факторов выявляется несколько типичных вариантов развития. Варианты эти условны, так как индивидуальные кривые роста практически неповторимы и сходны в своих деталях лишь у близнецов (рис. IV.2).

На фоне среднего варианта по скорости роста и полового созревания (группа «М») более высокорослыми в конечном итоге оказываются, с одной стороны, дети с гармоничным ускорением обоих процессов (I), с другой — дети со средней скоростью роста и задержкой полового созревания (II). И наоборот, длина тела ниже средней величины является результатом сочетания средней скорости роста и раннего полового созревания (III) или синхронной задержки обоих процессов (IV).

Крайние варианты по дефинитивной длине тела формируются в результате высокой интенсивности ростового процесса при среднем или замедленном сроке полового созревания (наибольшая длина тела) и при сочетании слабой интенсивности роста с ранним половым созреванием (наименьшая).

Важно отметить, что различия в длине тела между отдельными детьми, достигнутые к возрасту полового созревания, как правило, сохраняются с небольшими отклонениями в ту или иную сторону и после окончания роста тела в длину.

#### ВЕС ТЕЛА

После окончания продольного роста человека его вес не остается постоянным. Начиная с первых дней жизни примерно до 25 лет у большинства людей он постепенно увеличивается, в возрасте 25—40 лет сохраняется относительно стабильным. Позднее у части людей, склонных к ожирению, он вновь несколько увеличивается. После 60 лет у большинства людей вес тела начинает постепенно уменьшаться, главным образом за счет атрофических изменений в тканях и уменьшения содержания в них воды. Однако такая динамика веса тела встречается не повсеместно. Периоды направленных изменений и их продолжительности подвержены значительным колебаниям в зависимости от образа жизни и характера питания.

Средний вес взрослых мужчин на территории СССР равен 66 кг, женщин — 59 кг. В отдельных группах средний вес тела, за редким

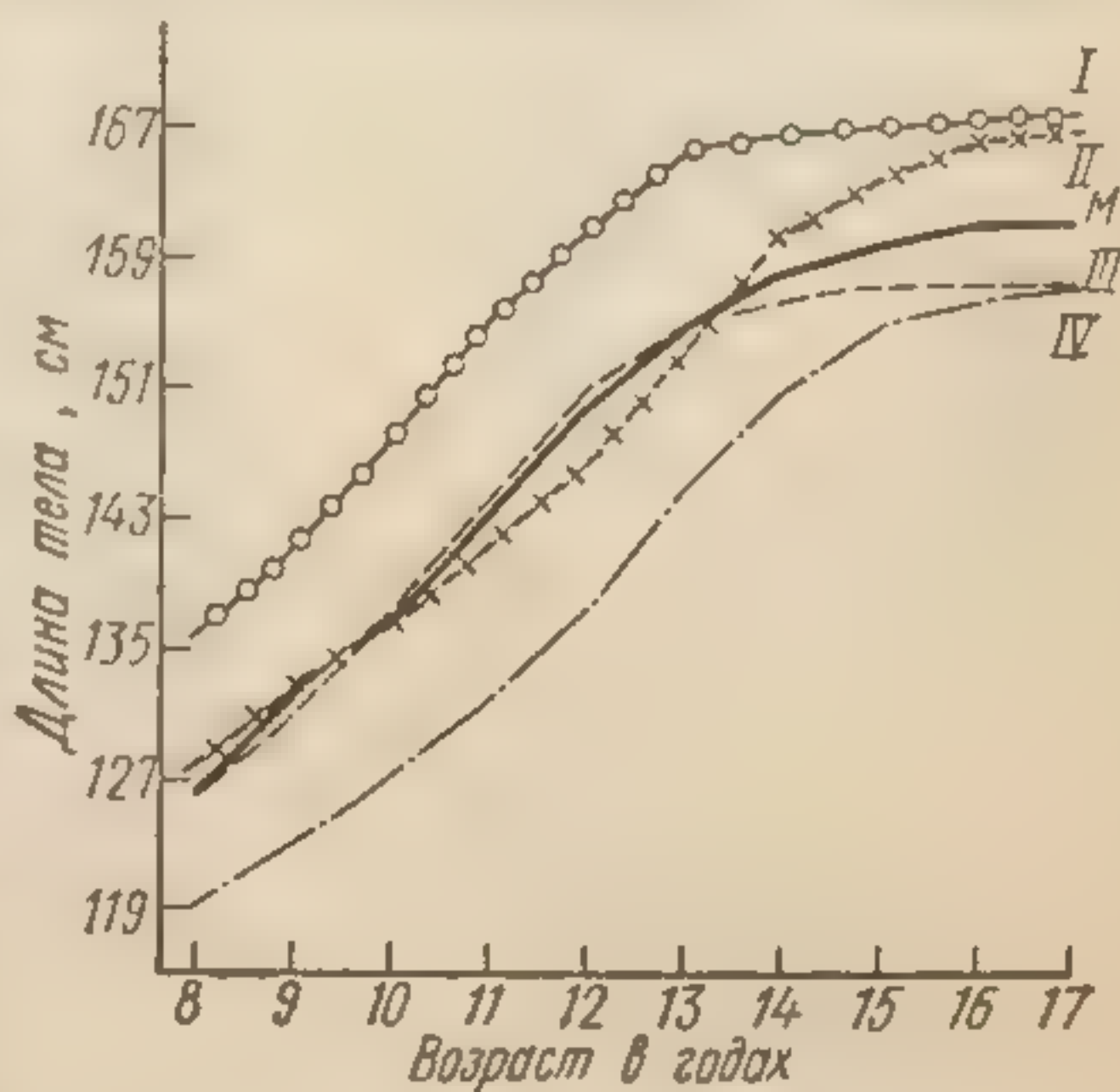


Рис. IV.2. Кривые роста длины тела девочек различных типов соматического развития (объяснения в тексте)



исключением, колеблется у мужчин в пределах 52—75 кг, у женщин — 47—70 кг.

Вес тела человека генетически менее детерминирован, чем его длина, и в большей степени зависит от конкретных социально-экономических условий жизни. Этим определяются более широкие границы его внутри- и межгрупповой изменчивости. Коэффициенты вариации веса тела в 3—4 раза превышают коэффициенты вариации его длины.

Распределение веса тела внутри различных групп обнаруживает положительную асимметрию, обусловленную относительно большей частотой встречаемости людей с превышением веса тела в основном за счет излишнего жираотложения.

Индивидуальные колебания веса тела находятся в пределах—18+25 кг относительно средней величины. Вес тела взрослого человека ниже 45 и выше 95 кг свидетельствует об определенных нарушениях обменных процессов в организме. Особенно увеличивается вес при патологических формах ожирения, достигая в отдельных случаях 130—150 кг.

Общий вес тела складывается из ряда компонентов: веса скелета, мускулатуры, жировой клетчатки, внутренних органов и кожи. Относительная величина каждого из них в процентах с возрастом изменяется:

	Новорожденные	Взрослые	
		мужчины	женщины
Скелет . . . . .	14	18	16
Мускулатура . . . . .	22	42	36
Внутренние органы и кожа . . . . .	44	28	30
Жировая клетчатка . . . . .	20	12	18

Наибольшая изменчивость на протяжении жизни человека свойственна весу мускулатуры и особенно жировой ткани, которые могут изменяться в относительно короткие сроки под влиянием значительных изменений в образе жизни и питании (подробнее см. в гл. V).

**Возрастные изменения веса тела.** Вес зародыша человека к концу третьего лунного месяца достигает 20 г, затем он нарастает следующим образом:

4 мес — 100 г,  
5 мес — 300 г,  
6 мес — 700 г,  
7 мес — 1200 г,  
8 мес — 1700 г,  
9 мес — 2600 г,  
10 мес — 3,3—3,4 кг.

Средний вес новорожденных мальчиков, по данным обследования русского городского населения (1965—1975), составляет 3,5 кг (в различных группах от 3,36 до 3,64 кг, девочек — 3,4 кг (от 3,24 до 3,46 кг), индивидуальные колебания находятся в пределах 2,6—4,5 кг (в норме).

На вес тела новорожденных оказывают влияние те же самые факторы, что и на его длину. В первые три дня после рождения ребенка он уменьшается примерно на 200 г. На протяжении первых двух месяцев жизни дети прибавляют до 30 г ежедневно. В конце первого года жизни прибавки уменьшаются до 10 г в день. При искусственном

вскармливание  
но во втором  
ний вес тела  
пьющие различ  
Годичные  
ными контрол  
они постепенно  
медленно раст  
у мальчиков  
чения веса те  
у мальчиков

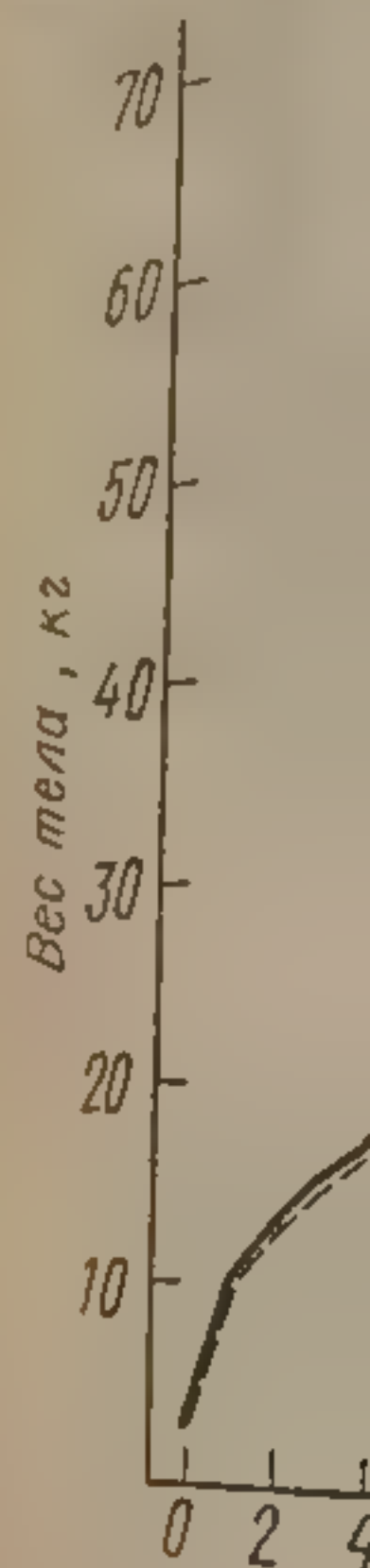


Рис. IV.3. Кр

Средние вели	
Возрастные пе- риоды по годам	
Новорожденные	
До 1 года	
1—4	
4—7	
7—10	
10—13	
13—16	
16—17	

Вес тела  
мальчиков. Дл  
товых кривых  
10 мес



вскармливания дети вначале несколько отстают от своих сверстников, но ко второму году жизни эти различия практически исчезают. Средний вес тела годовалых мальчиков равен 10,3 кг, девочек — 9,8 кг. Групповые различия варьируют от 9,0 до 10,7 кг.

Годичные прибавки веса тела у детей являются наиболее доступными контрольными показателями их физического развития. До 4 лет они постепенно снижаются от 2,4 до 2,0 кг в год, а затем начинают медленно расти, достигая максимума у девочек в возрасте 11—13 лет, у мальчиков в 13—15 лет (рис. IV.3; табл. IV.4). Пик скорости увеличения веса тела приходится у девочек на 13-й год жизни (5,0—5,5 кг), у мальчиков на 15-й год (5,5—6,5 кг).

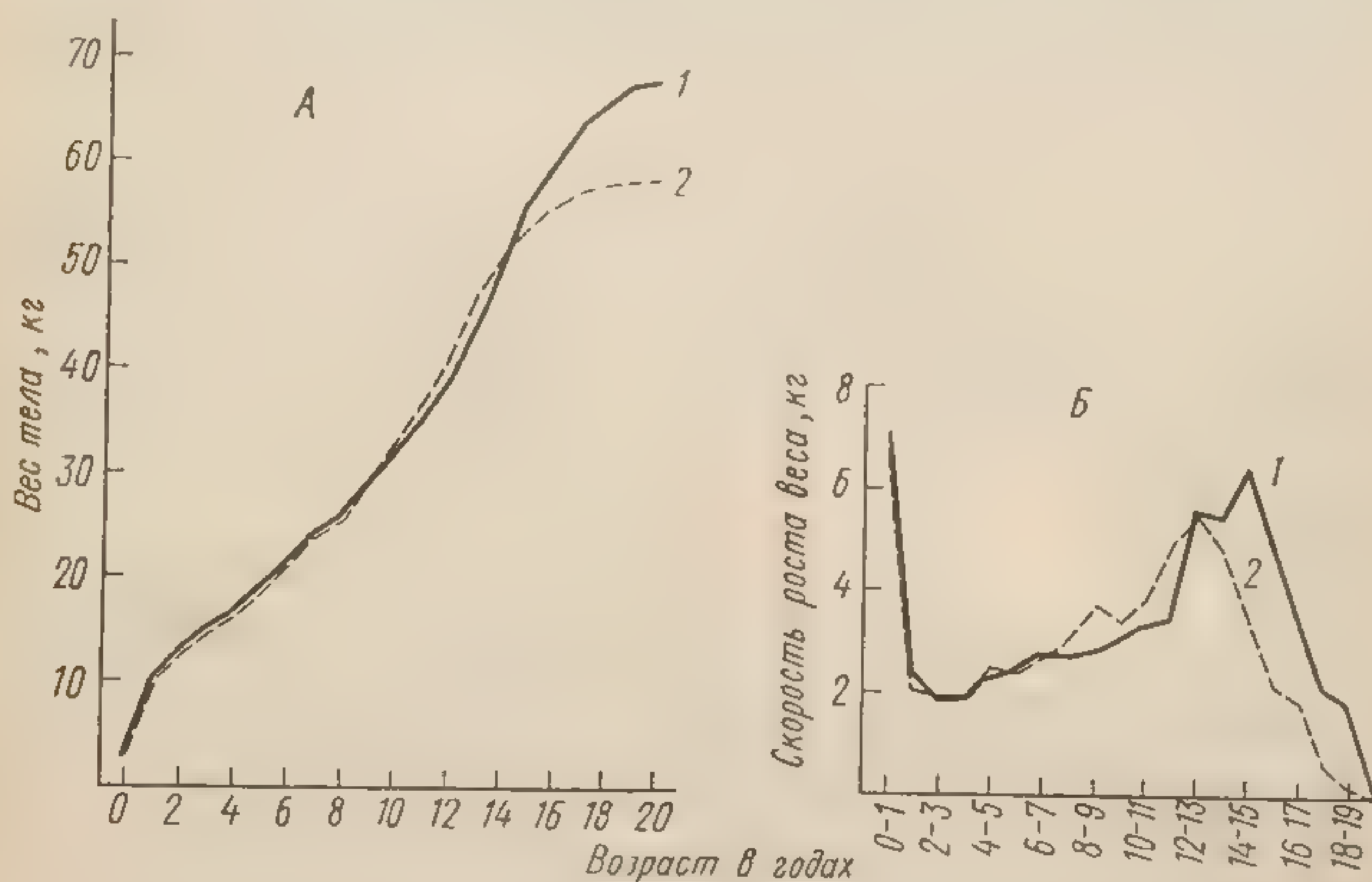


Рис. IV.3. Кривые роста (А) и скоростей роста (Б) веса тела детей Москвы по данным 1960—1970 гг. Обозначения как на рис. IV.1

Таблица IV.4

Средние величины годичных прибавок веса тела русских городских детей, кг

Возрастные периоды по годам	Мальчики			Девочки		
	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка
Новорожденные	3,5	—	—	3,4	—	—
До 1 года	10,3	6,8	6,8	9,8	6,4	6,4
1—4	16,4	6,1	2,0	16,0	6,2	2,1
4—7	22,6	6,2	2,1	22,2	6,2	2,1
7—10	30,0	7,4	2,5	29,4	7,2	2,4
10—13	39,5	9,5	3,2	42,2	12,8	4,3
13—16	55,9	16,4	5,5	53,2	11,0	3,7
16—17	59,7	3,8	3,8	54,6	1,4	1,4

Вес тела девочек до 10-летнего возраста несколько меньше, чем мальчиков. Для русского городского населения первый перекрест ростовых кривых веса приходится на 10 лет 8 мес, второй — на 14 лет 10 мес (см. рис. IV.3; табл. IV.4).



Относительные годовые прибавки в группах, различающихся по своему дефинитивному весу тела, выявляют те же особенности процесса роста, что и его длина.

#### ОБХВАТ ГРУДИ

Обхват груди — один из тотальных размеров тела, характеризующий величину грудной клетки человека, а также в определенной степени и поперечный размер его туловища. У мужчин обхват груди измеряется спереди на уровне 4-го ребра, у женщин — по верхнему краю грудной железы. В силу некоторого влияния на величину этого размера степени развития мускулатуры и подкожного жира возрастная и

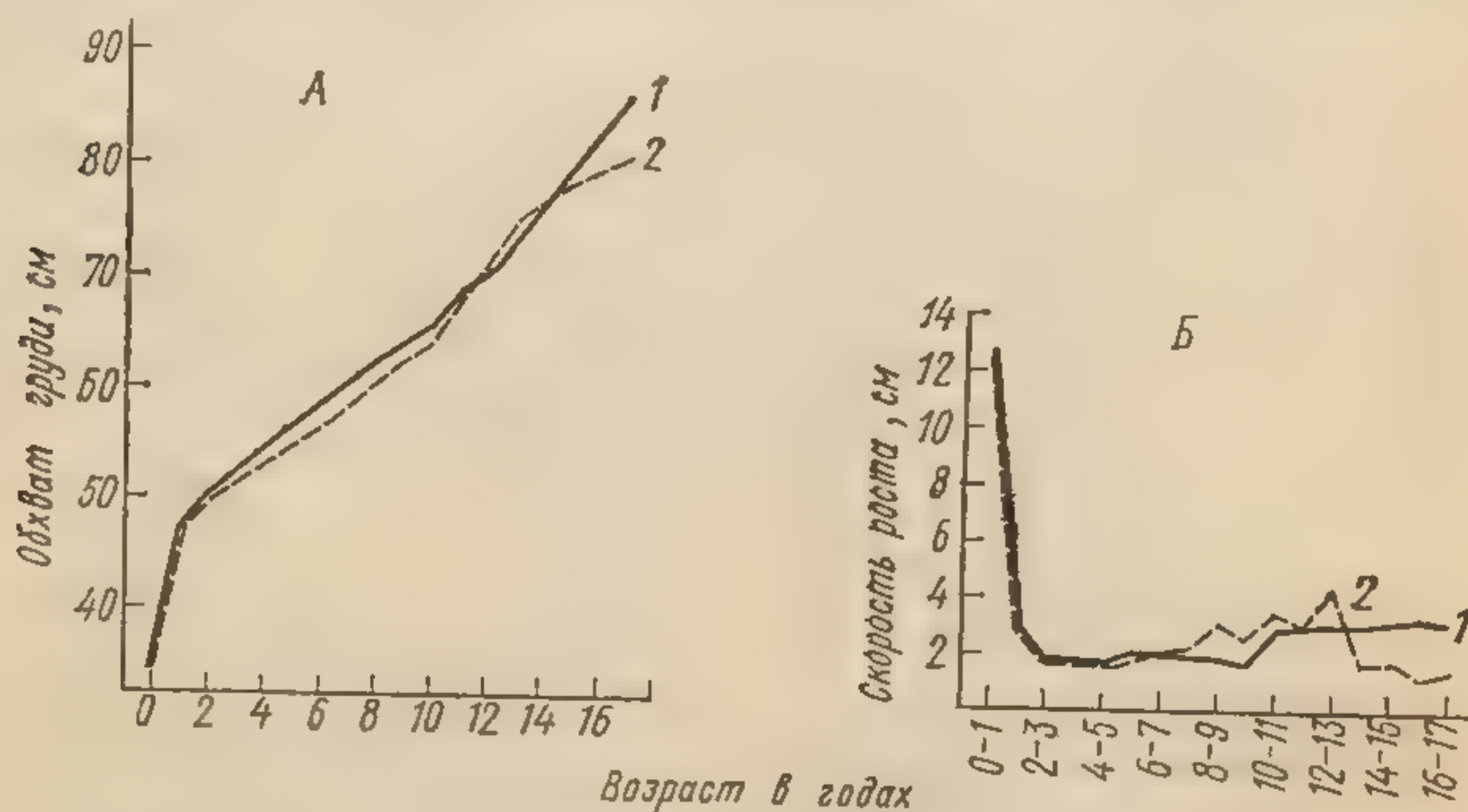


Рис. IV.4. Кривые роста (А) и скоростей роста (Б) обхвата груди детей Москвы по данным 1960—1970 гг. Обозначения, как на рис. IV.1

Таблица IV.5  
Средние величины годовых прибавок обхвата груди у русских городских детей, см

Возрастные периоды по годам	Мальчики			Девочки		
	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка	конечная величина	прибавка за период	годовая прибавка
Новорожденные	34,6	—	—	34,3	—	—
От 0 до 1 года	48,4	13,8	13,8	47,5	13,2	13,2
1—4	54,5	6,1	2,0	53,4	5,9	2,0
4—7	59,9	5,4	1,8	58,3	4,9	1,6
7—10	65,2	5,3	1,8	63,5	5,2	1,7
10—13	72,0	6,8	2,3	72,9	9,4	3,1
13—16	82,5	10,5	3,5	79,7	6,8	2,3
16—17	85,8	3,3	3,3	80,7	1,0	1,0

внутригрупповая изменчивость обхвата груди близка к той, которая наблюдалась для веса тела. После окончания продольного роста тела обхват груди увеличивается на 3—5 см. В возрасте 25—40 лет средняя его величина для населения СССР составляет 91 см у мужчин и 88 см у женщин.



Межгрупповая изменчивость обхвата груди находится в пределах 83—100 см, индивидуальная — 70—120 см, за исключением случаев патологического ожирения.

Величина обхвата груди в антенатальном периоде составляет в возрасте 4 лунных месяцев 10 см, 6 мес — 17 и 9 мес — 29 см. Средняя величина обхвата груди у новорожденных мальчиков равна 34,6 см, у девочек — 34,3 см. Межгрупповые различия не выходят за пределы 33—36 см. За первые два года жизни обхват груди увеличивается на 16—17 см, затем до 10—12 лет прибавки у обоих полов сохраняются на уровне 1,5—2,0 см в год. Максимальное увеличение этого размера отмечается в пубертатный период: у девочек — между 12 и 13 годами жизни, у мальчиков — между 14 и 15. Почти на всем протяжении периода роста девочки отстают от мальчиков по размерам обхвата груди (рис. IV.4; табл. IV.5).

У новорожденных обхват груди по сравнению с длиной тела составляет большую долю дефинитивной величины, однако длина тела после рождения увеличивается значительно быстрее, в 5—6 лет обгоняя обхват груди по этому показателю.

Для обхвата груди, как и для веса тела, но в меньшей степени характерна правосторонняя асимметрия внутригруппового распределения признака, главным образом за счет излишнего жиротложения у части индивидов.

## ПРОПОРЦИИ ТЕЛА

Пропорции тела есть соотношение размеров отдельных его частей. Они определяются на живом человеке путем измерения продольных и поперечных проекционных размеров между пограничными точками, установленными на различных выступах скелета. Пропорции тела характеризуются, как правило, величиной верхнего отрезка тела (высота головы и шеи), туловища и конечностей, выраженной в процентах от общей длины тела или длины корпуса, а размеры отдельных сегментов конечностей в процентах общей их длины.

Пропорции тела определяются в первую очередь размерами скелета. Однако на величину поперечных размеров тела оказывает некоторое влияние и степень развития мышечной и жировой ткани на различных участках тела, а также степень фиксации плечевого пояса. Проекционные размеры длины корпуса, туловища и конечностей подвержены колебаниям в зависимости от положения осей сегментов конечностей, степени разгибания коленного и локтевого суставов, физиологических изгибов позвоночника и др. В результате влияния всех этих факторов различия между истинными размерами скелета и данными измерений, проведенных на живом человеке, могут достигать 1—3 см.

Наиболее распространенным и доступным широкой практике способом оценки пропорций тела человека является метод индексов. Он позволяет с помощью простых вычислений охарактеризовать соотношение частей тела. Как правило, величина меньшего размера выражается в процентах большего.

По сочетанию различных индексов выделяются три основных типа пропорций тела (табл. IV.6):

- 1) долихоморфный — длинные ноги, короткое и узкое туловище;
- 2) брахиморфный — короткие ноги, длинное и широкое туловище;
- 3) мезоморфный — средний вариант размеров тела.

Пропорции тела, выявленные с помощью индексов, могут сравниваться лишь при сходной длине тела. Если же между сравниваемыми



Таблица IV.6

## Характеристика пропорций тела (по Башкирову, 1937)

Типы пропорций тела	Размеры тела, выраженные в процентах длины тела				
	длина туловища	длина ноги	длина руки	ширина плеч	ширина таза
Долихоморфный . . . . .	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфный . . . . .	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахиморфный . . . . .	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

индивидами (или группами) различия по общей длине тела значительны, то метод индексов не позволяет судить с достаточной точностью о существующих различиях в пропорциях тела, так как природа индекса не учитывает зависимости входящих в него размеров тела от его общей величины. Известно, что с увеличением длины тела человека длина ноги увеличивается относительно быстрее, а продольные и поперечные размеры туловища медленнее. В результате люди более высокорослые, независимо от принадлежности к тому или иному типу пропорций тела, окажутся относительно более длинноногими, с более коротким и узким туловищем и наоборот.

Таким образом, для точной сравнительной характеристики пропорций тела необходимо учитывать существующие морфогенетические корреляции роста различных его частей.

Все размеры тела связаны друг с другом прямолинейной корреляцией. Корреляция размеров может быть высокой (коэффициент корреляции  $r=0,7-0,8$ ). Она характерна для длины тела и конечностей отдельных сегментов конечностей с их общей длиной. Средняя величина корреляции ( $r=0,4-0,5$ ) имеет место между размерами туловища и длиной тела, плечевым и тазовым диаметрами, а также между последними и длиной ноги. Наименьшая корреляция ( $r=0,2-0,3$ ) выявляется между длиной корпуса и туловища, с одной стороны, и длиной конечностей, плечевым и тазовым диаметрами — с другой.

Групповые различия в коэффициентах связи невелики и носят, скорее, случайный характер, что свидетельствует о единстве закономерностей роста человека и позволяет стандартизировать их с достаточной точностью (табл. IV.7). У женщин коэффициенты корреляции и регрессии, как правило, несколько ниже, чем у мужчин.

Изучение парциальных корреляций позволяет определить степень влияния одного размера на взаимосвязь двух других. Так, например, длина руки связана в основном с длиной ноги и мало зависит от длины и ширины туловища. Длина туловища, в свою очередь, почти не зависит от длины ног и определяется почти полностью длиной корпуса. Плечевой и тазовый диаметры зависят от длины ног в большей степени, чем от длины корпуса или туловища.

Используя корреляционный и регрессионный анализ размеров тела и опираясь на невысокую корреляцию поперечных размеров туловища с длиной конечностей, В. В. Бунак разработал типологию пропорций тела, состоящую из 9 основных вариантов.

1. Арростоидный (*arrostos* — слабосильный) — коротконогий и узкоплечий.
2. Гармоноидный — средний по длине ноги и ширине плеч.
3. Гигантоидный — длинноногий и широкоплечий.
4. Гипогармоноидный — узкоплечий при средней длине ноги.

Признак	1	2	$r_{1/2}$	$R_{1/2}$	$r_{1/2}$	$R_{1/2}$
Признак	1	2				



Таблица IV.6

## Характеристика пропорций тела (по Башкирову, 1937)

Типы пропорций тела	Размеры тела, выраженные в процентах длины тела				
	длина туловища	длина ноги	длина руки	ширина плеч	ширина таза
Долихоморфный . . . . .	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфный . . . . .	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахиморфный . . . . .	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

индивидами (или группами) различия по общей длине тела значительны, то метод индексов не позволяет судить с достаточной точностью о существующих различиях в пропорциях тела, так как природа индекса не учитывает зависимости входящих в него размеров тела от его общей величины. Известно, что с увеличением длины тела человека длина ноги увеличивается относительно быстрее, а продольные и поперечные размеры туловища медленнее. В результате люди более высокорослые, независимо от принадлежности к тому или иному типу пропорций тела, окажутся относительно более длинноногими, с более коротким и узким туловищем и наоборот.

Таким образом, для точной сравнительной характеристики пропорций тела необходимо учитывать существующие морфогенетические корреляции роста различных его частей.

Все размеры тела связаны друг с другом прямолинейной корреля-



Таблица IV.7

Парные коэффициенты корреляции и регрессии некоторых размеров тела взрослых мужчин

Признак		$r_{1/2}$	$R_{1/2}$	Признак		$r_{1/2}$	$R_{1/2}$
1	2			1	2		
Длина верхнего отрезка	Длина тела	0,55	0,13	Длина верхнего отрезка	Длина ноги	0,35	0,11
Длина туловища	» »	0,57	0,25	Длина туловища	» »	0,23	0,13
Длина корпуса	» »	0,69	0,36	Длина руки	» »	0,76	0,63
Длина ноги	» »	0,86	0,63	Плечевой диаметр	» »	0,46	0,19
Длина руки	» »	0,77	0,45	Тазовый диаметр	» »	0,52	0,20
Плечевой диаметр	» »	0,56	0,17	Длина бедра	» »	0,86	0,51
Тазовый диаметр	» »	0,52	0,15	Длина голени	» »	0,81	0,43
Длина верхнего отрезка	Длина корпуса	0,53	0,24	Длина стопы	» »	0,65	0,21
Длина туловища	То же	0,80	0,67	Длина плеча	Длина руки	0,84	0,42
Длина ноги	»	0,28	0,40	Длина предплечья	» »	0,76	0,33
Длина руки	»	0,36	0,41	Длина кисти	» »	0,64	0,20
Плечевой диаметр	»	0,35	0,21	» »	Длина стопы	0,47	0,48
Тазовый диаметр	»	0,36	0,19	Ширина кисти	Ширина стопы	0,25	0,28
Длина верхнего отрезка	Длина туловища	0,19	0,10	Тазовый диаметр	Плечевой диаметр	0,47	0,42
Длина руки	То же	0,34	0,46				
Плечевой диаметр	■	0,24	0,17				
Тазовый диаметр	»	0,27	0,57				



5. Парагармоноидный — широкоплечий при средней длине ноги.
  6. Гипостифроидный (*stiphros* — крепкий, плотный) — коротконогий при средней ширине плеч.
  7. Стифроидный — коротконогий и широкоплечий.
  8. Тейноидный (*teino* — вытянутый) — длинноногий и узкоплечий.
  9. Паратейноидный — длинноногий со средней шириной плеч.
- Учет изменчивости других размеров — длины руки, ширины таза, сегментов конечностей — дает возможность выделить ряд подтипов.

Если групповые различия по типам пропорций тела выражены более определенно, то индивидуальная изменчивость пропорций тела велика и выявляет большое количество подтипов.

**Возрастная изменчивость пропорций тела.** Хорошо известно, что новорожденные дети имеют относительно большую голову, длинное, узкое туловище и короткие ноги. В процессе возрастного развития пропорции тела постепенно видоизменяются за счет разной скорости роста отдельных его частей.

В качестве косвенной характеристики возрастных изменений пропорций тела могут быть использованы размеры отдельных частей тела, выраженные в процентах их дефинитивной величины (табл. IV.8). Ана-

Таблица IV.8

Относительные величины отдельных размеров тела в процессе роста у девочек  
(в % величины размеров в возрасте 17 лет)

Размеры тела	Возраст в годах						
	4	6	8	10	12	14	16
Поперечный диаметр головы . . . . .	93,3	95,2	95,7	96,8	98,4	99,3	99,9
Морфологическая высота лица . . . . .	75,9	82,8	86,2	91,2	94,8	98,9	100,0
Верхний отрезок тела (голова + шея) . . . . .	—	—	82,8	87,4	93,7	98,3	100,0
Длина корпуса . . . . .	70,1	75,9	80,7	85,6	92,0	98,1	99,6
Длина туловища . . . . .	65,3	72,0	77,2	83,5	90,0	97,7	99,2
Длина стопы . . . . .	67,9	76,1	82,7	89,7	97,1	99,2	100,0
Длина кисти . . . . .	64,4	74,0	79,7	83,3	94,4	98,3	100,0
Плечевой диаметр . . . . .	64,0	71,9	76,1	82,6	90,7	96,3	99,4
Тазовый диаметр . . . . .	59,7	66,3	71,2	78,0	85,4	93,4	98,3
Длина руки . . . . .	61,2	70,5	77,4	85,1	93,4	98,4	99,6
Длина ноги . . . . .	57,5	68,4	75,9	84,3	93,5	98,4	99,6

лизируя эти показатели, можно в любом возрасте легко определить, какой из размеров тела будет в дальнейшем расти с большей или меньшей средней скоростью. Так, например, у девочек после 6 лет наиболее энергично будут увеличиваться тазовый диаметр и длина ног, с наименьшей скоростью — длина верхнего отрезка тела и длина стопы. Если же показатели для двух сравниваемых размеров равны, значит в данном возрасте достигнуто свойственное взрослым соответствие этих размеров.

В допубертатном периоде развития дети характеризуются относительно короткими ногами и большим корпусом, после 10—11 лет является свойственная подросткам длинноноготь, к 15—16 годам устанавливаются дефинитивные соотношения этих размеров. Характерное для взрослого соотношение длины верхней и нижней конечностей устанавливается на 11—12-м году жизни. Большая относительно остальных продольных размеров величина верхнего отрезка тела (голова и шея) постепенно уменьшается на протяжении всего ростового периода.



В связи с разной интенсивностью роста размеров тела в пубертатном периоде подростки по сравнению с детьми и взрослыми имеют более длинные ноги, узкие плечи и более короткое туловище.

Как говорилось выше, основная характеристика процесса роста — его скорость. Каждый размерный признак тела имеет различную дефинитивную величину и разную скорость роста.

Более точным показателем для характеристики ростового процесса является относительная скорость роста, которая может выражаться как в долях величины прироста за любой анализируемый возрастной период, так и в долях размера в данном возрасте. Точнее всего относительная скорость роста характеризуется через величину абсолютной скорости, выраженную в долях дефинитивной величины размера (стандартизованная скорость роста). В качестве примера приведем данные по девочкам:

	Длина ноги	Длина корпуса	Тазовый диаметр	Длина кисти
Значение признака в 17 лет, см	87,3	73,6	28,8	17,7
Средняя абсолютная скорость роста за период от 3 до 17 лет	2,98	1,78	0,90	0,51
Стандартизованная скорость роста в тыс. долях дефинитивной величины	34	24	31	29

Столь большие различия в абсолютных величинах размеров тела и их скоростей роста не позволяют получить точную сравнительную характеристику. Так, например, тазовый диаметр и длина кисти, абсолютная скорость роста которых в 2—3 раза меньше, чем длины корпуса, по отношению к своим дефинитивным размерам растут с гораздо большей скоростью.

Равенство соотношений размеров тела в сравниваемых вариантах, т. е. равенство обычных арифметических индексов, о которых говорилось выше, свидетельствует лишь о сходстве строения — изоморфии. Подобное сходство может быть результатом различных особенностей ростового процесса. В одном случае исходные величины двух размеров и скорости их роста находятся в одном и том же отношении, в другом — различное отношение начальных величин компенсируется неодинаковой интенсивностью роста.

Таким образом, динамическая сторона процесса роста не может быть выявлена с помощью обычных индексов. Для этой цели анализируются соотношения стандартизованных скоростей роста — индексы соотношения стандартизованных скоростей роста двух ответственных размеров. Равенство стандартизованных скоростей роста двух размеров свидетельствует об изодинамии, т. е. о сходстве ростовых процессов, а их несоответствие — о гетеродинамией.

Если обозначить абсолютные скорости роста двух размеров тела через  $a_1$  и  $b_1$ , а их дефинитивные величины через  $A$  и  $B$ , то индекс соответствия роста в общем виде получит следующее выражение:

$$I = \frac{a_1}{A} : \frac{b_1}{B}.$$

При изодинамии индекс равен 1, при положительной гетеродинамией — больше 1, при отрицательной — меньше 1.



Учитывая возможность случайных колебаний индекса соответствия роста в отдельно взятом возрасте, надежнее анализировать средние индексы по периодам (табл. IV.9).

Поскольку рост различных размеров тела протекает, как правило, не равномерно, на отдельных этапах возрастного развития отмечается то изодинамия, то гетеродинамия.

Таблица IV.9

Средние индексы соответствия роста по периодам (отношение стандартизованных скоростей роста различных размеров тела)

Возрастной период по годам		Длина ноги	Длина руки	Длина туловища	Плечевой диаметр	Тазовый диаметр	Длина руки	Тазовый диаметр
		Длина корпуса	Длина корпуса	Длина корпуса	Длина корпуса	Длина корпуса	Длина ноги	Плечевой диаметр
Мальчики	4—7	1,820	1,557	1,038	1,397	1,320	0,852	0,945
	7—10	2,056	1,907	1,388	1,500	1,714	0,928	1,160
	10—13	1,611	1,403	1,139	1,278	1,139	0,871	0,891
	13—17	0,927	0,943	1,139	1,163	1,065	1,018	0,916
Девочки	4—7	1,747	1,448	1,057	1,287	1,161	0,829	0,902
	7—10	1,640	1,520	1,227	1,280	1,480	0,927	1,156
	10—13	1,204	1,146	1,068	1,107	1,107	0,952	1,000
	13—17	0,860	0,744	1,302	1,372	2,349	0,970	1,712

По сравнению с длиной корпуса скорость роста длины конечностей и поперечных размеров туловища в плодном периоде выше, чем в эмбриональном. После рождения ребенка она продолжает возрастать, хотя индекс соответствия роста и на первом году жизни свидетельствует еще об отрицательной гетеродинамии.

Все продольные размеры в первые 2—3 года жизни продолжают расти медленнее, чем длина корпуса. Затем индекс соответствия роста превышает 1 и достигает максимальной величины к 10—11 годам (положительная гетеродинамия роста продольных размеров относительно роста длины корпуса). С 13 лет у девочек и с 14 у мальчиков в связи с замедлением скоростей роста конечностей знак гетеродинамии вновь меняется.

Длина туловища на протяжении всего периода развития увеличивается быстрее, чем длина корпуса.

По сравнению с рукой нога растет быстрее с самого рождения до 12 лет. После 12 лет наблюдается изодинамия продольного роста конечностей.

Положительная гетеродинамия роста плечевого диаметра относительно длины корпуса и туловища имеет место на протяжении всего ростового периода. Тазовый диаметр также растет быстрее. В обоих случаях максимальная величина индексов соответствия роста приходится на возраст 10—11 лет.

До пубертатного возраста у мальчиков и девочек наблюдается сходство в соотносительном росте плечевого и тазового диаметров. У девочек начиная с 14 лет резко возрастает скорость роста тазового диаметра, а у мальчиков начиная с 15 лет — плечевого диаметра.

В различных этнических группах, отличающихся друг от друга пропорциями тела, не удается выявить каких-либо особенностей в со-



относительных скоростях роста отдельных размеров тела. Возрастные изменения происходят в целом однотипно. Групповые различия в пропорциях тела проявляются уже на ранних стадиях онтогенеза и формируются постепенно на протяжении всего ростового периода.

Индексы соответствия роста позволяют достаточно точно характеризовать особенности соотносительного роста размеров тела при любом типе зависимости, существующем между скоростью роста и возрастом в данном периоде онтогенетического развития, будь то параболы 3-го или 2-го порядка, экспоненциальная кривая и т. п. У взрослых же и у детей в пределах одного возраста связь размеров тела близка к прямолинейной. В данном случае мерой соответствия роста в предшествующие возрастные периоды развития служит показатель, характеризующий степень приращения одного размера при изменении другого на единицу, т. е. коэффициент регрессии. Если коэффициент регрессии одного размера на единицу другого равен соотношению их средних величин, возникает изоморфия: при любом значении одного из размеров сохраняется равенство их отношений. При отсутствии данного равенства имеет место гетероморфия.

Особый интерес представляет изучение индивидуальных особенностей роста. Если два ребенка одного возраста имеют различные размеры тела, а отношение разностей сопоставляемых размеров и их среднегрупповой величины у обоих детей равно коэффициенту регрессии, то в отношении этих размеров у данных детей наблюдается изодинамия роста. В то же время они окажутся гетероморфными, так как индексы, характеризующие форму их тела, будут различаться.

Коэффициенты корреляции и регрессии в группах взрослых несколько ниже по сравнению с детьми. У детей имеют место некоторые возрастные изменения, достигающие максимальных значений в 12—14 лет. Это повышение коэффициентов связи обусловлено значительным расслоением детской группы по уровню биологического развития, особенно в период полового созревания. Однако это ни в коей степени не нарушает постоянства существующих ростовых отношений. Два размера, изменяющиеся соответственно их корреляции (изодинамично), всегда будут гетероморфны.

Скорость роста при переходе от одного участка тела к другому меняется постепенно. Мера изменения скорости — градиент роста — является одной из важнейших характеристик ростового процесса.

На ранних стадиях развития градиент роста тела увеличивается в каудальном направлении — от головного конца к хвостовому. Это определяется тем, что головной конец зародыша и ближайшие к нему части тела дифференцируются раньше. Чем дальше от головы расположены части тела, тем они «моложе» и имеют вследствие этого большую скорость роста. Такое направление градиента роста у человека не остается постоянным и с возрастом меняется на краниальное. Так, на 13—14-м году жизни продольный рост конечностей замедляется и вновь быстрее начинает расти туловище. Меняются градиенты роста и других частей тела, в частности отдельных сегментов конечностей, однако точные сроки смены этих градиентов пока точно не установлены.

Структурные различия в пропорциях тела у отдельных детей возникают на ранних этапах онтогенеза, но в процессе возрастного развития определенное трансформирующее влияние на пропорции оказывают индивидуальные особенности сочетания общей интенсивности роста и скорости полового созревания ребенка. Так, рано созревающие дети, как правило, имеют более брахиморфные пропорции тела, а поздно созревающие — более долихоморфные. К моменту окончания про-



цесса роста эти различия резко уменьшаются, хотя и не исчезают полностью.

Для общей сравнительной характеристики формы (пропорций) тела отдельные его размеры часто выражают в процентах общей длины тела (табл. IV.10).

Таблица IV.10

Возрастные изменения пропорций тела (в % длины тела)

Возраст в годах	Длина туловища		Длина ноги		Длина руки		Плечевой диаметр		Тазовый диаметр	
	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки
3	30,9	31,0	48,3	48,4	42,1	41,6	22,9	22,9	17,1	17,2
5	30,0	30,3	50,6	50,9	42,6	42,1	22,4	22,4	16,8	16,8
7	29,3	29,4	52,3	52,3	43,0	42,3	22,3	22,1	16,5	16,6
9	29,2	29,5	53,1	53,2	43,4	43,0	21,8	21,6	16,4	16,5
11	28,4	28,8	54,7	54,5	43,6	43,3	21,7	21,6	16,3	16,5
13	28,5	29,2	55,2	54,5	43,8	43,5	21,6	21,6	16,1	16,7
15	28,8	29,5	55,1	54,2	43,9	43,2	21,7	21,9	16,2	17,4
17	29,2	29,7	54,9	54,2	43,7	43,2	22,2	22,1	16,3	17,9

Таблица IV.11

Абсолютные размеры отдельных признаков (см) и пропорции тела (%)  
у представителей трех больших рас  
(по данным Gomila, 1969; Смирновой, 1977; Клевцовой, 1976)

Показатели	Негроиды, бедик (Сенегал)		Европеиды, русские Ярославской обл.		Монголоиды, коряки	
	муж. n = 348	жен. n = 405	муж. n = 210	жен. n = 256	муж. n = 60	жен. n = 47
Длина тела	167,4	157,7	167,8	156,0	161,1	150,0
Длина ноги	92,5	86,6	89,7	83,0	85,1	78,6
Длина руки	77,5	71,9	73,8	67,7	69,7	63,3
Плечевой диаметр	36,7	33,8	38,0	34,8	38,7	34,8
Тазовый диаметр	24,8	24,3	28,5	28,9	27,6	28,3
Длина ноги . 100	55,2	54,9	53,4	53,2	52,8	52,4
Длина руки . 100	46,3	45,6	44,0	43,4	43,3	42,2
Плечевой диаметр . 100	21,9	21,4	22,6	22,3	24,0	23,2
Тазовый диаметр . 100	14,8	15,4	17,0	18,5	17,4	18,9
Длина корпуса . 100	81,1	83,0	87,2	88,1	89,3	90,8
Длина ноги . 100	83,8	83,0	82,3	81,6	81,9	80,5
Тазовый диаметр . 100	67,6	71,9	75,0	83,0	71,3	81,3
Плечевой диаметр . 100						



тела отдельные его размеры  
ны тела (табл. IV.10).

Таблица IV.10

Возрастные изменения пропорций тела (в % длины тела)

Возраст в годах	Длина туловища		Длина ноги		Длина руки		Плечевой диаметр		Тазовый диаметр	
	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки	маль- чики	девоч- ки
3	30,9	31,0	48,3	48,4	42,1	41,6	22,9	22,9	17,1	17,2
5	30,0	30,3	50,6	50,9	42,6	42,1	22,4	22,4	16,8	16,8
7	29,3	29,4	52,3	52,3	43,0	42,3	22,3	22,1	16,5	16,6
9	29,2	29,5	53,1	53,2	43,4	43,0	21,8	21,6	16,4	16,5
11	28,4	28,8	54,7	54,5	43,6	43,3	21,7	21,6	16,3	16,5
13	28,5	29,2	55,2	54,5	43,8	43,5	21,6	21,6	16,1	16,7
15	28,8	29,5	55,1	54,2	43,9	43,2	21,7	21,9	16,2	17,4
17	29,2	29,7	54,9	54,2	43,7	43,2	22,2	22,1	16,3	17,9

Таблица IV.11

Абсолютные размеры отдельных признаков (см) и пропорции тела (%)  
у представителей трех больших рас  
(по данным Gomila, 1969; Смирновой, 1977; Клевцовой, 1976)

Показатели	Негроиды, бедик (Сенегал)		Европеиды, русские Ярославской обл.		Монголоиды, коряки	
	муж. n = 348	жен. n = 405	муж. n = 210	жен. n = 256	муж. n = 60	жен. n = 47
Длина тела	167,4	157,7	167,8	156,0	161,1	150,0
Длина ноги	92,5	86,6	89,7	83,0	85,1	78,6
Длина руки	77,5	71,9	73,8	67,7	69,7	63,3
Плечевой диаметр	36,7	33,8	38,0	34,8	38,7	34,8
Тазовый диаметр	24,8	24,3	28,5	28,9	27,6	28,3
$\frac{\text{Длина ноги}}{\text{Длина тела}} \cdot 100$	55,2	54,9	53,4	53,2	52,8	52,4
$\frac{\text{Длина руки}}{\text{Длина тела}} \cdot 100$	46,3	45,6	44,0	43,4	43,3	42,2
$\frac{\text{Плечевой диаметр}}{\text{Длина тела}} \cdot 100$	21,9	21,4	22,6	22,3	24,0	23,2
$\frac{\text{Тазовый диаметр}}{\text{Длина тела}} \cdot 100$	14,8	15,4	17,0	18,5	17,4	18,9
$\frac{\text{Длина корпуса}}{\text{Длина ноги}} \cdot 100$	81,1	83,0	87,2	88,1	89,3	90,8
$\frac{\text{Длина руки}}{\text{Длина ноги}} \cdot 100$	83,8	83,0	82,3	81,6	81,9	80,5
$\frac{\text{Тазовый диаметр}}{\text{Плечевой диаметр}} \cdot 100$	67,6	71,9	75,0	83,0	71,3	81,3



Возрастное изменение индексов подтверждает в общем виде существующую динамику развития различных размеров тела. Так, относительно 11—12 лет. После смены градиента роста вновь усиливается рост туловища. На год позднее замедляется и рост руки. После 12—13 лет вновь увеличивается относительная величина плечевого и тазового диаметров и т. д. (см. табл. IV.10).

**Половые различия в пропорциях тела.** При сравнении относительных размеров мужчин и женщин (табл. IV.11) выявляются некоторые половые различия.

У женщин несколько уже плечи и значительно шире таз. В среднем у них немного короче руки и ноги, а туловище и корпус длиннее. Однако если с помощью уравнений регрессии вычислить парциальные размеры тела для мужчин и женщин одного роста (165 см; 153 см), то женщины окажутся более длинноногими. Это противоречие объясняется относительно большей скоростью роста длины ноги при увеличении длины тела. Отсюда в первом случае высокорослые относительно своего морфогенетического статуса женщины (165 см) будут иметь более длинные ноги по сравнению с мужчинами, для которых 165 см — средний рост, во втором — низкорослые мужчины (153 см) будут относительно коротконогими по сравнению с женщинами среднего роста. Если же сравнить мужчин и женщин, имеющих одинаковую длину корпуса (77 см; 71 см), то как при больших, так и при малых его величинах женщины будут иметь более короткие ноги. Особенно сильно проявляется половой диморфизм в размере признака «рост сидя» (расстояние от верхушечной точки до плоскости сидения). У женщин величина этого признака примерно на 5 см больше в основном за счет сильного развития жировой клетчатки в седалищной области.

Как можно судить по индексам соответствия роста, конечности и плечевой диаметр относительно длины корпуса и туловища в процессе возрастного развития растут у мальчиков с большей скоростью. Тазовый же диаметр относительно длины корпуса, туловища и плечевого диаметра увеличивается быстрее у девочек.

Смена градиентов роста у девочек происходит на год раньше.

**Групповые различия в пропорциях тела** изучены недостаточно.

В различных этнических группах выявляются определенные различия, хотя они далеко не всегда выражаются полным комплексом признаков, характеризующим долихо-, брахи- или мезоморфию.

Достаточно четкие различия выявляются по вектору «брахиморфия — долихоморфия» между представителями больших монголоидной и негроидной рас (см. табл. IV.11). Эти различия не могут быть объяснены только влиянием ростового фактора. Специфичность пропорций тела выступает более явно при следующем сравнении:

Этническая группа	Длина тела, см	Длина корпуса	Плечевой диаметр
		Длина ноги · 100	Длина тела · 100
Бушонг (Заир) . . . . .	170,4	81,8	21,6
Свага (Заир) . . . . .	161,8	80,9	22,3
Коряки . . . . .	161,1	89,3	24,0

В первых двух группах при большой разнице в длине тела пропорции сходны, в последних двух — при равной длине тела — они резко различаются.

**Профессиональные различия в пропорциях тела** в настоящее время



практически не выявляются. Наиболее выражены они лишь в крайних по спортивной специализации группах, но и здесь они в значительной степени предопределяются различиями в общей длине тела.

### ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

В отечественной антропологии теоретические вопросы физического развития человека подробно разработаны В. В. Бунаком.

Под физическим развитием понимается некоторая условная мера физической дееспособности организма, определяющая запас его физических сил, суммарный рабочий эффект. Предполагается, что общие силовые свойства организма будут тем больше, чем больше плотность и массивность тела и меньше его вытянутость в длину. Естественно, что эти свойства определяются не только структурно-механическими особенностями строения тела, но и многими функциональными показателями его жизнедеятельности: типом нервной системы, гормональным статусом, индивидуальными особенностями метаболизма и др.

Тотальные размеры тела, соотношение которых интегрально отражает общий уровень морфологического развития организма, позволяют суммарно охарактеризовать физическое развитие человека (достаточно вспомнить существующие соотношения этих размеров у представителей различных видов спорта). Оценка его легко доступна при проведении массовых обследований населения.

Структурно-механические свойства организма в обобщенном виде характеризуются длиной тела, его весом и обхватом груди. Представление о плотности, или удельном весе, дает соотношение веса и объема тела. Массивность тела определяется количеством массы, приходящейся на единицу поверхности. Отношение веса тела к его длине и обхвату груди является суммарной характеристикой как плотности, так и массивности без их подразделения. Длина тела в сочетании с обхватом груди дает представление о форме тела.

Для получения более детальной характеристики физического развития необходимо учитывать также степень развития мускулатуры и подкожного жира, ибо качественная оценка абсолютных и относительных величин веса тела будет различной в зависимости от преимущественного развития того или другого компонента.

В настоящее время разработаны различные методические приемы оценки степени развития мускулатуры, подкожного жира и скелета (см. гл. V).

Поскольку характер взаимосвязи тотальных размеров друг с другом практически близок к прямолинейной зависимости, для разработки методов оценки физического развития человека используется математический аппарат прямолинейной корреляции и регрессии.

С помощью средних арифметических значений тотальных размеров тела в данной группе, коэффициентов их корреляции и регрессии, а также условных величин, характеризующих изменчивость данного размера и выражаемых обычно в долях среднего квадратического отклонения, строят так называемую шкалу физического развития (шкалу регрессии). На основе такой шкалы выделяются варианты с относительно малыми, средними и высокими показателями длины и массы тела, а также веса и обхвата груди для каждого значения длины. Сравнение индивидуальных данных с градациями такой шкалы позволяет дать характеристику физического статуса человека относительно средней нормы развития данной возрастной, половой, этнической или территориальной группы населения. «Норма» физического развития не



остается постоянной и может изменяться в различных группах под влиянием социально-экономических и генетических факторов.

Как правило, стандарты (шкалы) физического развития разрабатываются для отдельных этнических или территориальных групп населения. Учитывая тот факт, что коэффициенты корреляции и регрессии тотальных размеров тела обнаруживают в разных группах взрослого европеоидного населения незначительную и скорее случайную, чем закономерную, изменчивость, можно с достаточной точностью стандартизировать статистические параметры, необходимые для построения шкалы регрессии, и разработать обобщенные (для больших регионов) межгрупповые стандарты физического развития.

В настоящее время в экономически развитых странах в связи с механизацией и автоматизацией многих производственных процессов и значительным улучшением санитарно-гигиенических условий труда тип физического развития постепенно перестает играть роль определяющего фактора в профессиональном отборе, поэтому существовавшие ранее различия в физическом развитии людей разных профессиональных групп уменьшаются.

Наиболее высокие показатели физического развития в настоящее время характерны для представителей инженерно-конструкторской профессиональной группы и рабочих горячих цехов. У последних при не-

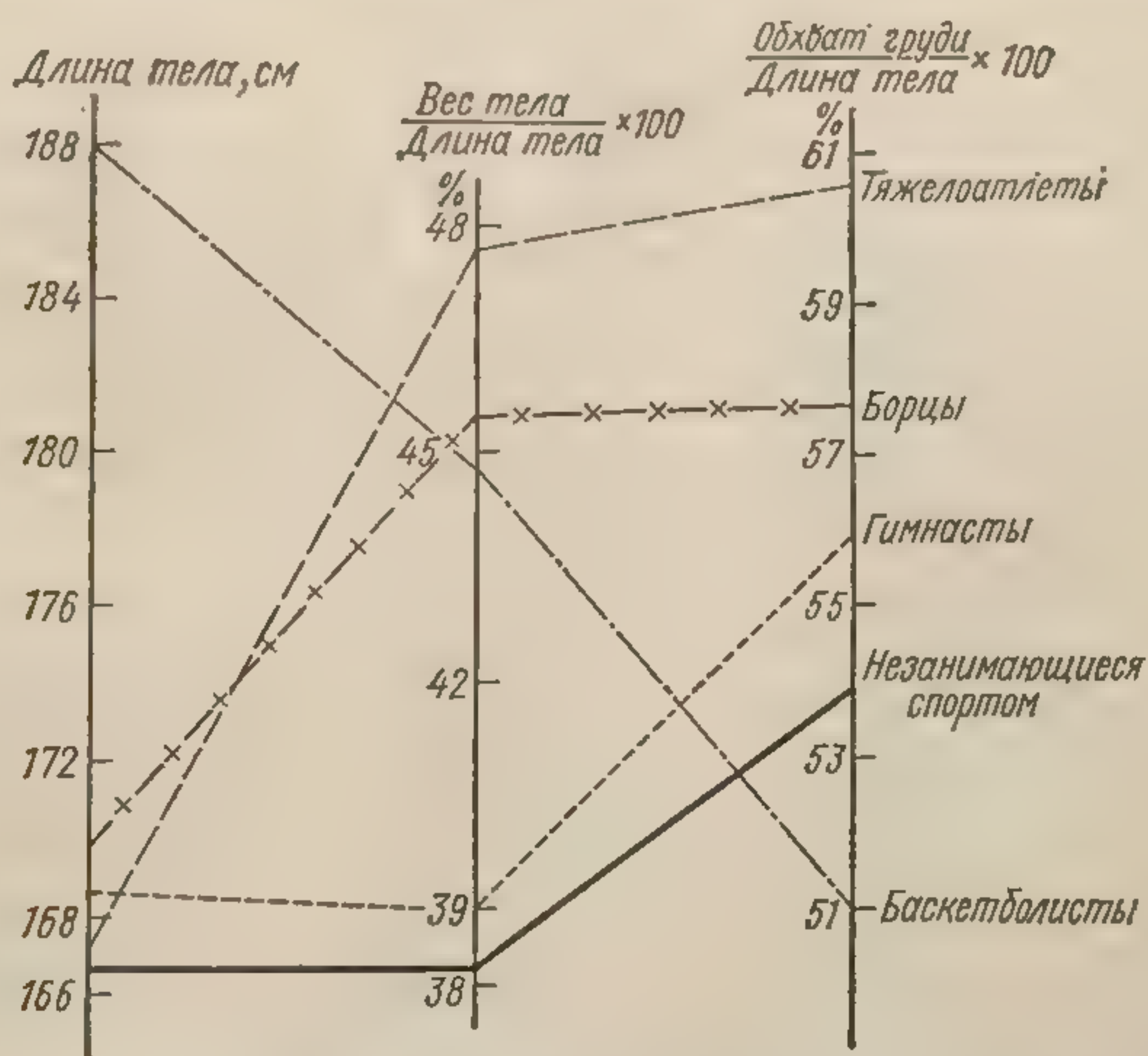


Рис. IV.5. Показатели физического развития мужчин — представителей различных видов спорта

сколько меньшей длине тела выше относительная величина обхвата груди. При сходной длине тела несколько ниже относительные размеры веса тела и обхвата груди у рабочих металло- и деревообрабатывающих профессий.

Сельскохозяйственные рабочие по сравнению с городскими имеют длину тела на 2—3 см меньше и в среднем более высокую относительную величину обхвата груди.

Особенно сильные различия в абсолютных и относительных величинах тотальных размеров тела выявляются у представителей различ-



ных спортивных категорий (рис. IV.5). Так, если гимнасты относительно близки к лицам, не занимающимся спортом, то борцы и особенно тяжелоатлеты при сходной длине тела отличаются большими показателями веса тела и обхвата груди. Баскетболисты же при очень высоких значениях длины и веса тела имеют относительно небольшие размеры обхвата груди.

Различия в особенностях физического развития взрослых людей складываются под влиянием комплекса наследственных и средовых факторов.

Наследственное предрасположение к определенным дефинитивным размерам тела, к тому или иному варианту обменных процессов, формирующее соотносительное развитие мышечной и жировой ткани, корректируется в процессе роста конкретными бытовыми условиями жизни на протяжении всего детского и подросткового периода онтогенеза. Во взрослом же состоянии некоторое влияние на динамику физического развития отдельных людей оказывают режим их труда и отдыха, занятия спортом, характер питания, нервно-психические факторы, профессиональные болезни.

При сравнении сходных по социально-экономическим условиям жизни групп, населяющих разные районы страны, часто выявляются определенные различия в общих размерах тела, причем групповые различия веса тела и обхвата груди в значительной степени соответствуют территориальной изменчивости длины тела.

Картографическое распределение средних значений длины тела, хотя и отличается большой пестротой, все же позволяет выделить некоторые зоны относительной высоко- и низкорослости. При этом четкой взаимосвязи между длиной тела и климато-географическими условиями обитания не обнаруживается. Так, например, на территории европейской части СССР среди русского населения относительная низкорослость встречается в Волго-Камском районе, где длина тела молодых мужчин достигает лишь 167—168 см. Наибольшая длина тела характерна для русских жителей Северного Кавказа (173—174 см), в остальных районах длина тела равна 171—172 см.

**Физическое развитие детей в СССР.** Являясь одним из существенных показателей состояния здоровья ребенка, физическое развитие детей и подростков отражает также общий уровень социально-экономических и гигиенических условий жизни различных групп населения, так как растущий детский организм особенно чувствителен к любым изменениям этих условий.

Под физическим развитием ребенка главным образом понимается достигнутая им в процессе онтогенеза степень развития комплекса морфофункциональных признаков относительно среднего для данного хронологического возраста уровня выраженности этих признаков.

Тотальные размеры тела и их соотношения выступают в данном случае в качестве одного из наиболее общих и доступных широкой практике критериев соответствия биологического развития ребенка его хронологическому (паспортному) возрасту.

Тотальные размеры тела увеличиваются с возрастом неравномерно. От рождения до 17 лет длина тела относительно ее величины у 17-летних возрастает у мальчиков на 70,7%, у девочек — на 68,8%; значительно меньше изменяется за этот же период обхват груди — на 60,0 и 57,7% соответственно. С наибольшей скоростью увеличивается вес тела — на 94,6 и 94,2%.

До 4 лет обхват груди составляет большую долю дефинитивной величины по сравнению с длиной и весом тела. К 6—7 годам длина



тела обгоняет по этому показателю обхват груди. Вес тела на всем протяжении ростового периода значительно отстает по степени достижения дефинитивной величины от остальных тотальных размеров, однако за счет большей скорости увеличения, особенно после 8—9 лет, постепенно приближается к ним.

В связи с общим отставанием в скорости достижения дефинитивной величины и большей продолжительностью роста веса тела дети во всех возрастах характеризуются меньшими относительным весом и удельным весом, чем взрослые.

Особенно четко выявляются возрастные изменения тотальных размеров тела при сопоставлении их относительных скоростей роста. Начиная со второго года жизни отношение скоростей роста обхвата груди и особенно веса тела к скорости роста длины тела постепенно возрастает. При длительном наблюдении за ростом и развитием одних и тех же детей (продольные исследования) внутри группы выявляется несколько вариантов скорости роста тотальных размеров:

общий ускоренный рост всех тотальных размеров;

средняя скорость роста;

общий замедленный рост всех тотальных размеров;

ускоренный рост длины тела при замедленном росте обхвата груди и веса тела;

замедленный рост длины тела при среднем или ускоренном росте обхвата груди и веса тела.

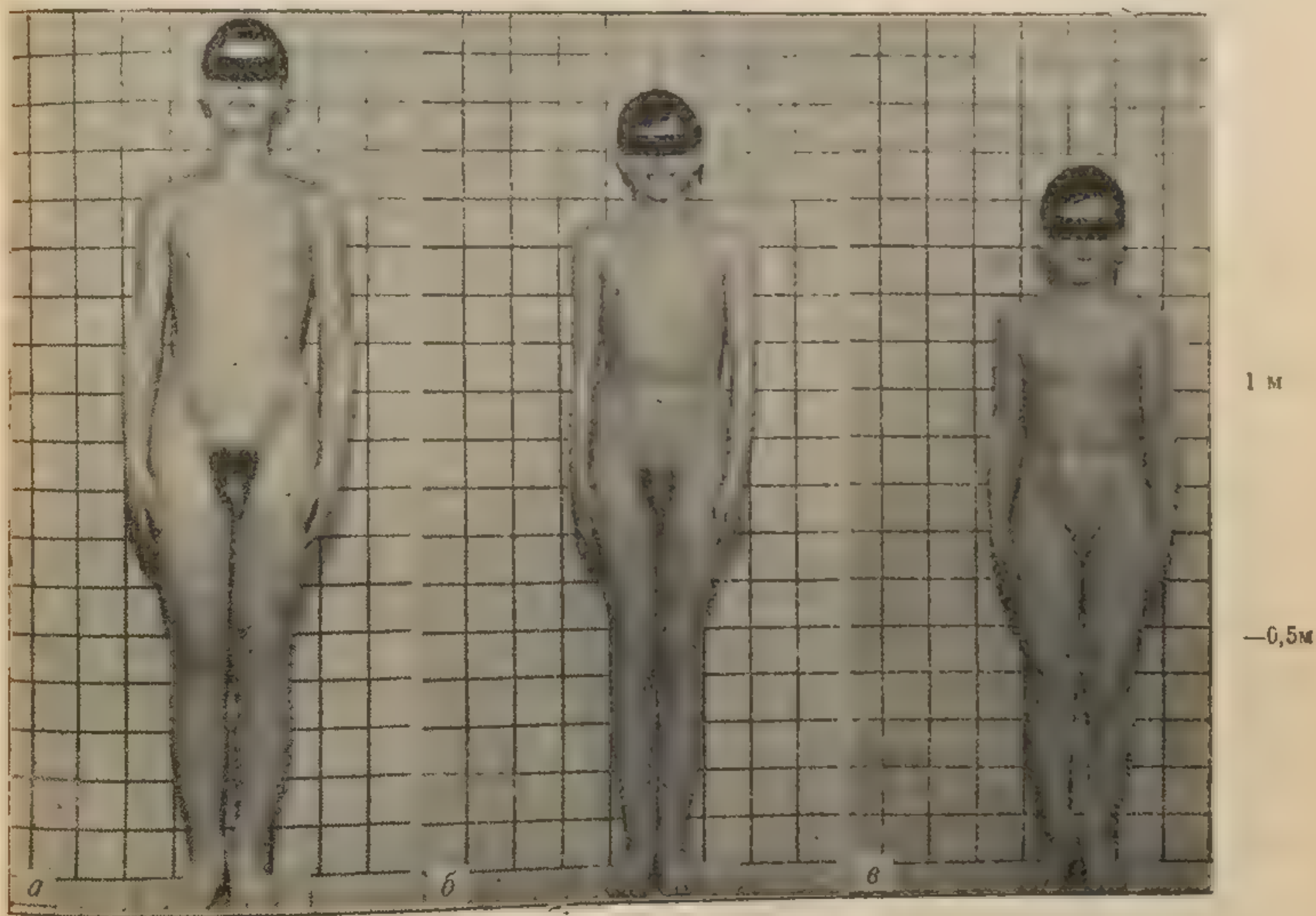


Рис. IV.6. Различные варианты скорости роста и физического развития мальчиков 14 лет:

а — ускоренный; б — средний; в — замедленный

В силу разной скорости роста отдельных детей расслоение группы по абсолютным размерам тела с возрастом увеличивается, причем особенно сильно оно проявляется в пубертатном периоде (рис. IV.6). Это



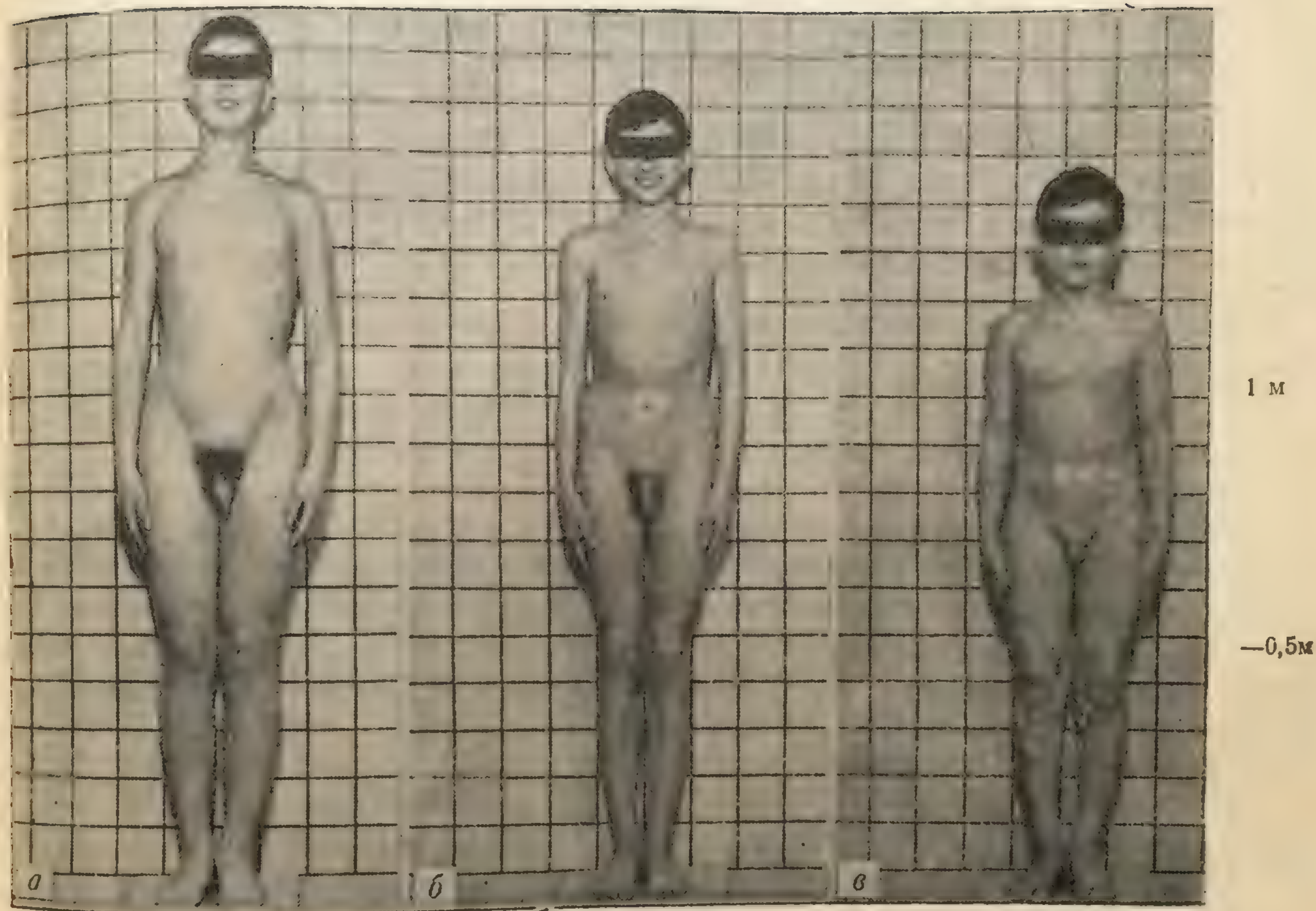


Рис. IV.6. Различные варианты скорости роста и физического развития мальчиков 14 лет:  
*а* — ускоренный; *б* — средний; *в* — замедленный

В силу разной скорости роста отдельных детей расслоение группы по возрасту тем больше с возрастом увеличивается, причем...



приводит к увеличению внутригрупповой изменчивости признаков и повышению коэффициентов корреляции и регрессии, достигающих максимума в возрасте полового созревания. В дальнейшем все показатели изменчивости и связи признаков постепенно понижаются до величин, характерных для группы взрослых.

Поскольку мальчики и девочки вступают в фазу пубертатного развития в разном возрасте, темпы роста тотальных размеров тела в одном и том же возрастном периоде у них будут различаться.

Все сказанное выше определяет необходимость разработки отдельных для каждой возрастно-половой группы детей стандартов физического развития с учетом существующих различий в скорости физического развития детей разных национальных и территориальных групп населения, а также создания региональных стандартов.

Шкалы физического развития детей и подростков представляют собой цифровые таблицы, рассчитанные для каждой возрастно-половой группы, где для всех вариантов длины тела указаны границы нормальных отклонений его веса и обхвата груди, вычисленных по соответствующим уравнениям парной или множественной регрессии. За норму соотносительного развития обхвата груди и веса для данного значения длины тела приняты их величины, лежащие в пределах одного среднего квадратического отклонения регрессии ( $M \pm 1\sigma_R$ ).

В связи с тем что у детей с возрастом выявляется положительная асимметрия распределения веса тела, которая особенно усилилась за последние десятилетия, использование для построения стандартов метода нормальной корреляции и регрессии снижает точность устанавливаемых границ нормы, особенно для больших и малых вариантов длины тела. Поэтому в последние годы было предложено использование метода логарифмической трансформации для внесения необходимых корректив во взаимное распределение тотальных размеров тела. Логарифмическая трансформация дает возможность по-прежнему применять для построения шкал физического развития математический аппарат нормальной корреляции и регрессии.

Кроме табличных вариантов стандартов физического развития, наиболее распространенных в СССР, в других странах широко используются также различного рода номограммы, ауксограммы и т. п., принцип построения которых основан на тех же законах вариационной статистики.

Для длительного наблюдения за физическим развитием детей используются специальные графики, на которых очерчены границы различных степеней отклонений тотальных размеров тела от их средних величин для всего возрастного ряда от рождения и до окончания процесса роста. К ним относятся и так называемые перцентильные графики, где пограничные линии соединяют величины признака, встречающиеся в каждой возрастной группе в определенном проценте случаев.

## АКЦЕЛЕРАЦИЯ

Акцелерация (от лат. *acceleratio* — ускорение) — отмечаемое за последние 100—150 лет ускорение соматического развития и физиологического созревания детей и подростков. Этот термин был введен в литературу в 30-е гг. нашего столетия немецким ученым Е. В. Кохом, хотя первые сведения об ускорении соматического развития публиковались уже в прошлом веке (Ch. Roberts, 1876). В литературе, преимущественно зарубежной, широко применяется также термин «секулярный тренд» («вековая тенденция»), которым обозначают не только



ускорение развития подрастающего поколения, но и изменения в развитии взрослых людей за те же 100—150 лет (увеличение размеров тела, удлинение репродуктивного периода, сохранение работоспособности в более пожилом возрасте, увеличение продолжительности жизни и т. д.). Другой термин для обозначения той же тенденции — «эпохальный сдвиг».

Акцелерация характеризуется сложным комплексом взаимосвязанных явлений, в том числе некоторыми изменениями в психическом развитии. Лучше всего изучены ее морфологические и отдельные физиологические (например, сроки начала менструирования) проявления.

Эпохальный сдвиг выявляют при сопоставлении данных о развитии современных людей с аналогичными материалами, относящимися к прошедшим периодам времени. При этом необходимо соблюдение условий методической сравнимости данных. Например, нужно учитывать, какими способами и инструментами размеры тела определялись в прошлом и какими они определяются сейчас. Так, для одного только обхвата груди существовало около 30 различных способов измерения.

Для подтверждения факта акцелерации необходимо оперировать только сравнимыми данными либо делать соответствующие поправки. Кроме того, при сопоставлении данных о соматическом развитии людей, обследованных в настоящее время и в прошлом, необходимо учитывать их социально-экономическое положение и этническую принадлежность.

Промежутки времени, для которых изучена акцелерация тех или иных признаков соматического развития, различны. Так, возраст менархе врачи фиксировали издавна. О нем есть упоминания даже в трудах античных и средневековых ученых. Акцелерация же сроков окостенения скелета была изучена лишь для последних 60 лет, т. е. после открытия и внедрения в практику рентгеновских лучей. Полнее всего изучены антропометрические признаки, особенно длина и вес тела.

К настоящему времени в разных странах мира опубликовано множество работ по эпохальному сдвигу размеров тела. Содержащиеся в этих публикациях сведения относятся к различным областям, городам (и даже городским районам), к сельской местности и касаются людей различных возрастов, национальностей, профессий и т. д. Из этого обширнейшего объема данных для экономически развитых стран мира, включая СССР, были выведены средние показатели, характеризующие акцелерацию.

Длина тела детей при рождении увеличилась в среднем на 0,5—1 см, а вес — на 100—300 г. За это время увеличился и вес плаценты у матерей. Вес тела ребенка, зафиксированный при рождении, удваивается теперь к 4 мес (вместо прежних 6). Одним из критериев оценки физического развития грудных детей является соотношение обхвата груди и головы. Отмечено более раннее выравнивание величин этих признаков. В начале XX в. оно наблюдалось в конце первого года жизни, в 1937 г. — на 6-м мес, в 1949 г. — на 5-м, в настоящее же время — между 2-м и 3-м мес жизни; после этого обхват груди обгоняет обхват головы. Наблюдается ускорение сроков прорезывания молочных зубов. По сравнению с концом прошлого века дети начинают раньше держать головку, в более раннем возрасте у них зарастают роднички и т. д.

Современные годовалые дети стали на 5 см длиннее и на 1,5—2 кг тяжелее.



У детей дошкольного возраста за последние 100 лет длина тела увеличилась на 10—12 см. Возросли также вес тела и другие размеры. Раньше прорезываются постоянные зубы: например, первые моляры и средние резцы появляются в среднем на год раньше.

Наибольшее количество данных о сдвигах в соматическом развитии относится к школьникам. За последние 100 лет у них отмечено значительное (на 10—15 см) увеличение размеров тела, в том числе его длины. Обстоятельные цифровые данные по эпохальному увеличению размеров тела детей, подростков и молодежи содержатся, в частности, в монографиях А. Зельцлер (1968) и В. Г. Властовского (1976).

В. Г. Властовский приводит ростовые кривые мальчиков Москвы в возрасте 8—17 лет за период с 1889 по 1969 г. (рис. IV. 7).

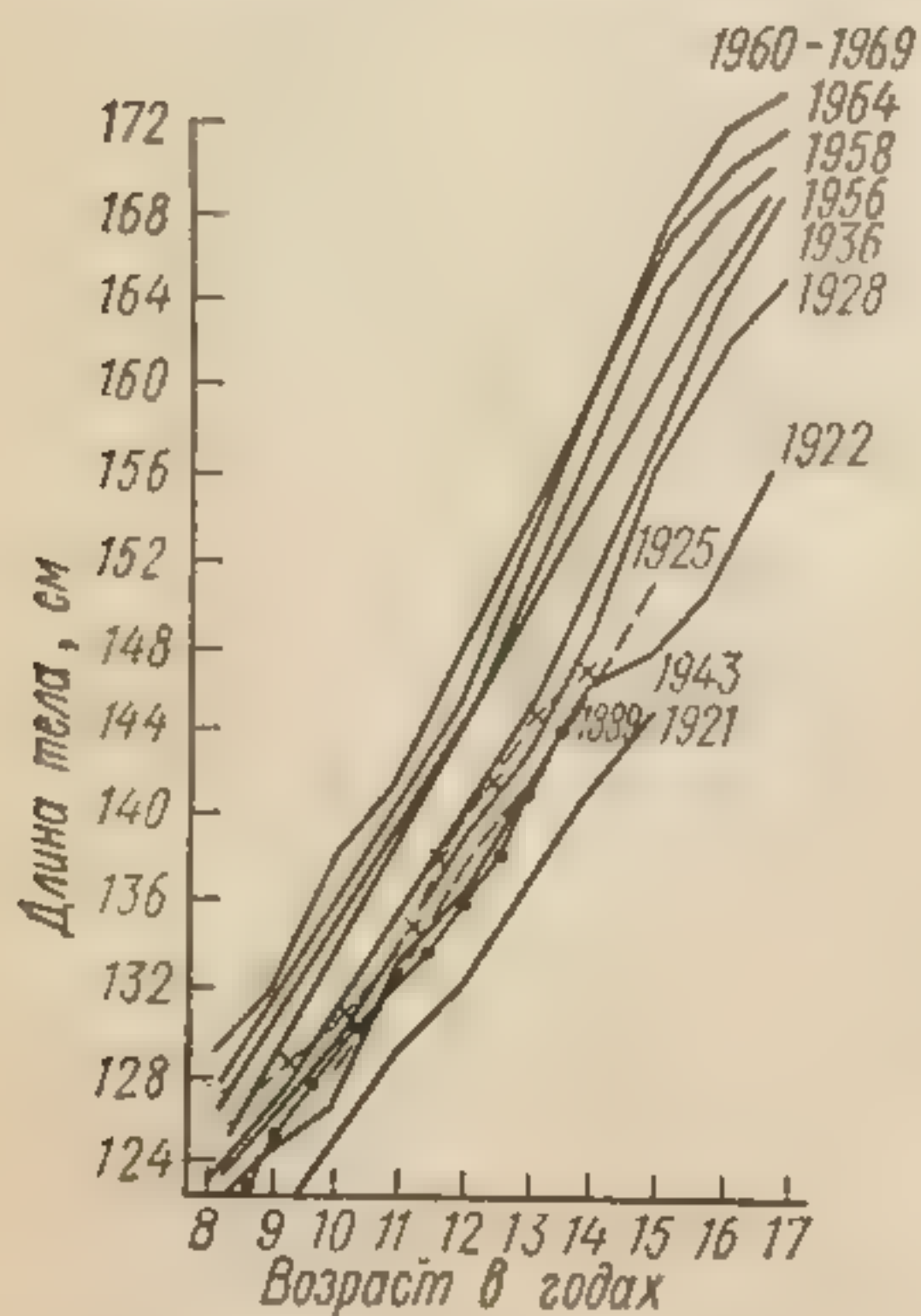


Рис. IV.7. Ростовые кривые длины тела мальчиков Москвы за период с 1889 по 1969 г. (по Властовскому, 1976)

Средняя длина тела подростков, работающих на производстве, увеличилась в СССР на 15—20 см, т. е. больше, чем у школьников. Столь значительную прибавку можно объяснить тем, что в царской России уровень физического развития работающих подростков был очень низок: существовала большая разница в физическом развитии по социальным слоям, а эти подростки были выходцами из плохо обеспеченных семей.

Помимо возрастания длины и веса тела, акцелерация характеризуется и увеличением парциальных размеров (сегментов, конечностей, толщины кожно-жировых складок и т. д.).

Увеличение размеров некоторых антропометрических признаков было небольшим по отношению к значительному возрастанию длины тела. Из тотальных размеров это свойственно обхвату груди (дети и подростки стали относительно более узкогрудыми), что отмечено многими авторами, из парциальных — длине бедра, которая, в отличие от удлинившейся голени, почти не изменилась. В результате неодинаковой величины эпохального сдвига для различных признаков несколько изменились пропорции тела.

Следует отметить, что у детей и подростков доминирует ускорение сроков роста, а абсолютное увеличение размеров тела взрослых выражено в меньшей степени. В результате сокращения ростового периода происходящие в нем процессы идут более интенсивно, чем раньше, особенно в дошкольном возрасте. Это относится и к пубертатному периоду.

Более чем за 100 лет наступление сроков полового созревания подростков ускорилось примерно на два года. Об этом свидетельствуют изменение кривых скоростей роста размеров тела; смещение возрастов, на которые приходятся перекресты ростовых кривых девочек и мальчиков; ускорение сроков появления вторичных половых признаков. Наибольшая величина эпохального сдвига наблюдается для сроков менархе. В начале прошлого века в развитых европейских странах возраст менархе соответствовал 16,5—17,5 года, а теперь в крупных промышленных городах он снизился в среднем до 12,5—13 лет.



На рис. IV.8 представлены кривые, отражающие снижение возраста менархе в европейских странах за период с 1830 по 1970 г.

Ускорение развития коснулось и двигательной функции. Современные подростки по сравнению с их ровесниками, жившими несколько десятилетий назад, быстрее бегают, дальше прыгают в длину с места, большее число раз подтягиваются. Подобные сдвиги наблюдаются в силе сжатия кисти и других показателях.

Эпохальный сдвиг затрагивает все этапы человеческой жизни, от рождения до смерти. Например, длина тела взрослых также увеличилась, но в меньшей степени, чем у детей и подростков. Так, в возрасте 20—25 лет длина тела мужчин стала больше в среднем на 8 см.

В результате сокращения росто-вого периода дефинитивная длина тела теперь достигается в более молодом возрасте, чем раньше. В конце прошлого века мужчины росли примерно до 26 лет, перед второй мировой войной — до 21 года, в настоящее время девушки достигают дефинитивной длины тела в среднем в 16—17 лет, а юноши — в 18—19.

Статистические величины, полученные на основе массовых обследований населения в разных странах, показали, что, несмотря на более раннее развитие организма человека в результате акцелерации, старость сейчас наступает позже, чем в XIX в., дольше сохраняется работоспособность, увеличилась фактическая продолжительность жизни. Например, менопауза у женщин в развитых странах в конце XIX — начале XX в. отмечалась в среднем в возрасте 43—45 лет, а теперь она наступает в 48—50 лет.

Эпохальный сдвиг начался в прошлом веке в высокоразвитых странах мира, причем в некоторых из них в начале столетия (Англия), в большинстве же — в середине его. Скорость сдвига увеличилась после двух мировых войн. А во время войны акцелерация в затронутых ею странах сменялась ретардацией (замедлением развития): уменьшались средние размеры тела детей и подростков, задерживалось начало менструирования, у мальчиков нередко отмечались случаи крипторхизма и т. д. В некоторых городах СССР в 1943 г. по сравнению с 1938 г. длина тела детей 3—7 лет понизилась на 2—3 см, вес тела — на 2—3 кг. Ретардация наблюдалась также в капиталистических странах у детей безработных во время экономических кризисов.

Проявляясь на всех возрастных ступенях, эпохальное увеличение размеров тела в различные моменты постнатального онтогенеза имеет неодинаковый уровень. В меньшей мере оно касается новорожденных и взрослых и в гораздо большей — дошкольников.

Акцелерация охватывает весь организм, отражаясь на размерах тела, росте органов и костей, на созревании половых желез и скелета. У мужчин при этом сдвиг выражен сильнее, чем у женщин.

Эпохальный сдвиг проявляется в разных странах независимо от их географического положения, климата, этнической принадлежности населения. В литературе имеются многочисленные данные по акцелерации европеоидного населения, в том числе белого населения США,

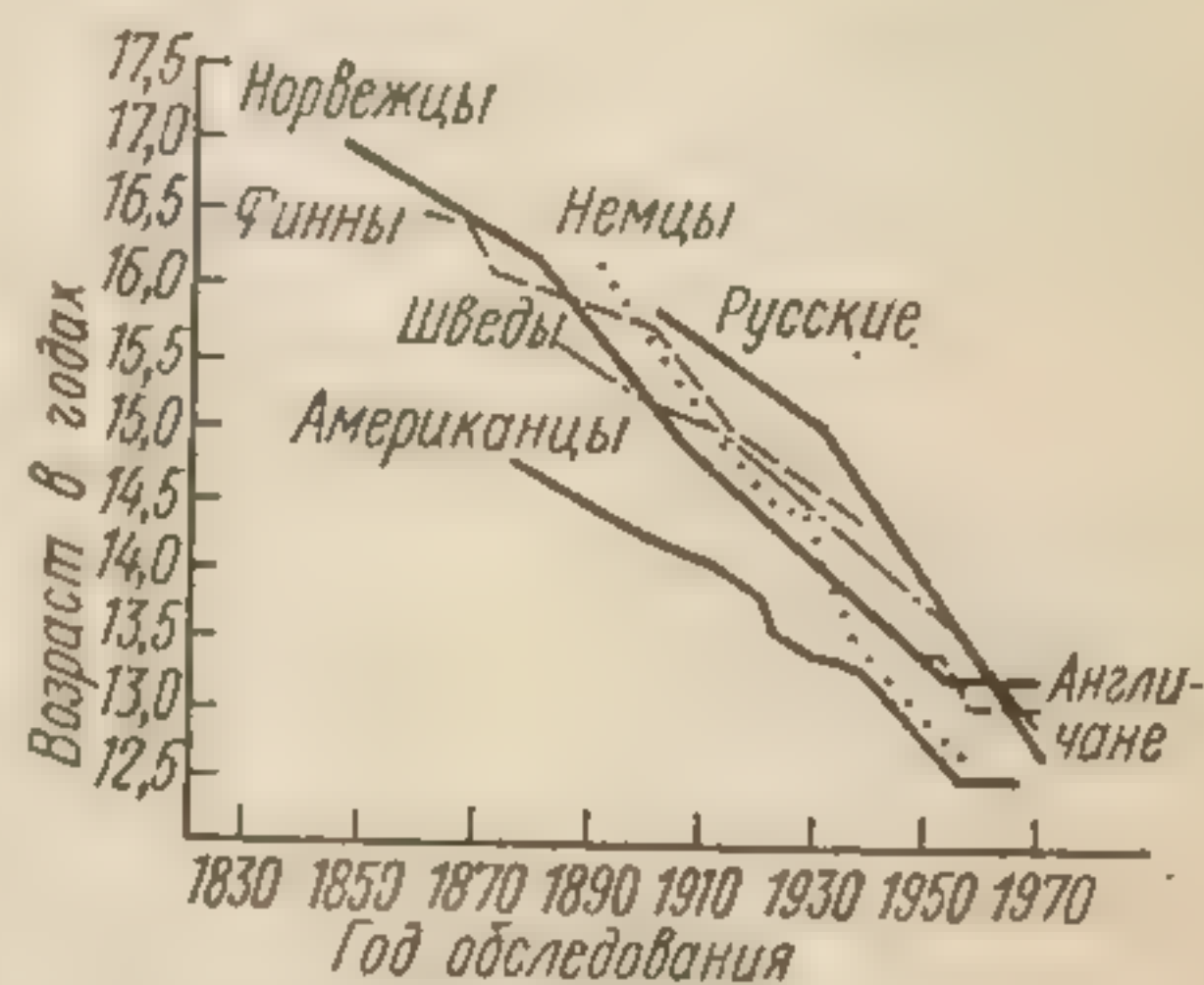


Рис. IV.8. Динамика среднего возраста менархе в различных странах мира за период с 1830 по 1970 г. (по Властовскому, 1976)



японцев, американских негров и т. д. При этом у японцев, итальянцев, мексиканцев, живущих в США, ускорение развития выражено сильнее, чем в странах, откуда они происходят.

Сдвиг охватывает и города, и сельскую местность (последнюю в меньшей степени), относится ко всем социальным слоям, а у представителей менее обеспеченных слоев акцелерация выражена сильнее, чем у более обеспеченных. Это объясняется тем, что в капиталистических странах у представителей состоятельных слоев изменения к лучшему были не столь заметны, как у рабочего класса, жизненный уровень которого в прошлом веке был крайне низок.

Существует много гипотез о причинах акцелерации и эпохального сдвига в целом. Предполагаемые причины можно разбить на две группы: внешнесредовые (экзогенные), действующие на каждое новое поколение в течение индивидуальной жизни человека, и эндогенные, связанные с изменением наследственности.

Большинство авторов не без оснований объясняют акцелерацию коренным улучшением условий жизни: повышением материального и культурного уровня, включая улучшение питания, успехами медицины (в том числе борьбой с болезнями, широким распространением санитарно-гигиенических мероприятий, профилактических прививок) и т. д. Однако дело не только в улучшении условий жизни.

Акцелерацию связывают, в частности, с возросшим потреблением белков и жиров животного происхождения, а также молока, сахара и витаминов. Уровень питания, действительно, сильно влияет на соматическое развитие, именно поэтому во время войн у детей и подростков наблюдалось снижение средних размеров тела, замедление полового созревания. Однако изменения в питании не единственная причина акцелерации. В последние десятилетия в ряде стран, в том числе в СССР, они не были столь существенными, а акцелерация продолжается, охватывая разные этнические группы с совершенно различным характером питания. Другой пример: у представителей хорошо обеспеченных слоев населения капиталистических стран изменения к лучшему не были столь значительными, как у рабочих, поскольку был высок исходный уровень, но акцелерация наблюдается и у них.

Была выдвинута гелиогенная гипотеза акцелерации. В работах Э. Коха делается акцент на стимулирующем влиянии витамина D, который образуется в коже человека под действием ультрафиолетовых лучей солнца. Кох отмечает гораздо большее по сравнению с началом века обнажение тела, с чем связано его усиленное ультрафиолетовое облучение. Этой гипотезе можно противопоставить следующие факты. Сельские подростки, получающие значительно большие дозы ультрафиолетовых лучей, созревают позже городских. В городах акцелерация началась задолго до массового развития спорта и изменения характера одежды. У горных народов, испытывающих воздействие обильного ультрафиолетового излучения, не отмечено ускорения созревания по сравнению с жителями равнин.

Есть попытки объяснить акцелерацию влиянием на организм через нервную систему условий жизни в современном городе (ускоренный темп жизни, потоки света, скорость транспорта, шум, повседневное влияние радио, телевидения и т. п.). Считают, что «наэлектризованная» этими возбуждающими факторами, нервная система по принципу обратной связи вызывает более раннее соматическое развитие детей. Однако эта гипотеза не объясняет увеличения веса тела новорожденных или различия в акцелерации по социальным слоям, поскольку влияние города одинаково для обеспеченных и малообеспеченных



людей. Другие многочисленные гипотезы объясняют ускорение соматического развития изменением климатических условий, влиянием радиоволн (хотя акцелерация наблюдалась задолго до строительства переносных радиостанций и телецентров), радиации (но акцелерация началась раньше использования атомной энергии) и т. д.

Ряд авторов пытаются найти основную причину акцелерации в факторах наследственности. В эндогенных гипотезах акцентируется внимание на увеличении числа браков между людьми из отдаленных друг от друга мест, вследствие чего может наблюдаться явление, сходное с гетерозисом у растений и животных. Во многих исследованиях обращается внимание на то, что дети и призывники, происходящие от экзогамных браков, опережают по размерам тела своих ровесников эндогамного происхождения. Однако при нарастании тенденции заключения смешанных браков тем не менее наблюдается «затухание» акцелерации в некоторых слоях современного населения. Возможно, рост детей стимулируется лишь определенным уровнем экзогамии, при повышении которого эффект не наблюдается. В целом же увеличение размеров тела у потомков от смешанных браков составляет только часть тех больших изменений, которыми характеризуется акцелерация.

Пока ни одна из гипотез не может целиком удовлетворительно объяснить феномен акцелерации. На человека действует большой комплекс биологических и социальных причин, в их сложном взаимодействии. Скорее всего, причины акцелерации лежат в самом образе жизни, изменившемся в связи с развитием промышленности. На образ жизни человека все большее влияние оказывает урбанизация, ставшая характерной чертой общественного строя любой страны. В условиях, свойственных большому городу и проникающих в малые города и сельскую местность, на человека действуют многие экзогенные и эндогенные факторы. Совокупность экзогенных (включая питание) и эндогенных факторов, вероятно, и приводит к более раннему созреванию организма у подрастающего поколения, к более позднему старению лиц пожилого возраста, к большей продолжительности жизни.

Каковы пределы увеличения размеров тела человека и ускорения полового созревания? Эти изменения не бесконечны, хотя в большинстве стран, включая СССР, акцелерация пока продолжается. В нашей стране, в частности, за последние 10 лет средний возраст менархе у московских школьниц снизился еще на 5 мес. Однако темпы акцелерации замедлились. Например, в ряде стран за последние 20 лет возраст менархе практически не менялся. Возраст появления первой менструации составлял для девочек Осло в 1952 г. 13,27 года, в 1970 г. — 13,24; у девочек Лондона в 1959 г. — 13,05, в 1966—1967 гг. — 13,02; у девочек из Голландии в 1955 г. — 13,6, в 1965 г. — 13,4; у девочек Западной Венгрии в 1960 г. — 13,27, в 1965 г. — 13,13 года. У английских девушек 18—21 года, поступавших в университетский колледж с 1959 по 1970 г., также выявилась тенденция к стабилизации среднего возраста менархе за изученные 12 лет. Темпы эпохального сдвига резко снизились в тех странах (например, в Скандинавских), где средняя длина тела взрослых мужчин приближается к 175 см. По-видимому, интенсивность сдвига снижается со стабилизацией условий жизни, хотя не всегда пропорционально улучшению жизненного уровня. Но средняя длина тела мужчин вряд ли превзойдет 178—180 см. Эти цифры соотносятся с верхней границей установившейся на протяжении многих веков физиологической структурной нормы, совместимой с гармоничным развитием частей тела (Бунак, 1968). Размеры тела человека, помимо всего прочего, рассчитаны на



сопротивление силе тяжести Земли, поэтому их увеличению есть биологический предел. Такого же рода граница (в данном случае нижняя) есть и для средних сроков полового созревания.

Акцелерация не имеет отношения к видовой биологической эволюции человека. Ее проявления не следует рассматривать как что-то исключительное в соматическом развитии человека современного типа. На протяжении последних нескольких тысячелетий у него были периоды повышения и понижения размеров тела, а также переходы от брахицефали к долихоцефали. Возраст наступления полового созревания в Древней Греции и Древнем Риме был более ранним, чем в эпоху средневековья, и приближался к показателям нашего времени (при этом менопауза у женщин античного времени наступала рано). В ряде случаев выявлена параллельность изменений морфологических признаков человека и некоторых других млекопитающих. Максимальные размеры тела человека и нескольких изученных видов животных на территории нашей страны были в неолите, минимальные — в средневековье. Причиной этих колебаний может быть изменение интенсивности геомагнитного поля. Но в прошлом изменения размеров тела человека были очень медленными и растягивались на многие десятки поколений. «Современная» же акцелерация характеризуется тем, что наблюдается у детей даже по сравнению с их родителями.

## ГЛАВА V

### СОСТАВ ТЕЛА И КОНСТИТУЦИИ ЧЕЛОВЕКА

#### СОСТАВ ТЕЛА

Под составом тела большинство специалистов понимают соотношение компонентов веса человеческого тела.

Учение о составе тела человека — сравнительно новый раздел морфологии. Значительное развитие этого раздела в последние десятилетия связано с внедрением в практику морфологического исследования методов физического и химического анализа, особенно рентгенографии и метода изотопов. «Анатомия без рассеечения тела», основанная на использовании указанных методов, позволила наряду с приемами классической антропометрии глубже исследовать закономерности изменчивости и зависимости компонентов веса тела живого человека.

В прошлом анатомы расчленяли трупы и определяли процентное содержание веса тканей и отдельных органов по отношению к общему весу тела. Знание характера соотношения отдельных тканевых компонентов и прежде всего основных — костной, жировой и мышечной масс — представляет значительный интерес, поскольку состав человеческого тела существенно меняется под влиянием изменений в характере питания, физической активности, при заболеваниях, длительном действии факторов космического полета, и т. п., и совсем безразлично, за счет чего происходят эти изменения. Изменение общего веса тела, которое раньше служило основным мерилом изменения компонентов тела, представляет слишком обобщенный показатель, не дающий возможности установить, какие из них — обезжиренная масса или жир, вода или мышцы — реагируют в первую очередь на ту или иную



реакцию напряжения. Важно также знать, каковы оптимальные соотношения компонентов в разные периоды жизни, у представителей разного пола, различных расовых и профессиональных групп, каким образом вариации компонентов связаны с вариациями функциональных, физиологических и биохимических показателей, каковы пределы нормальных границ изменчивости компонентов и т. д.

Возможны следующие подходы к решению этих проблем.

**Классический анатомический.** Особое развитие этот подход получил во второй половине прошлого века и первые десятилетия XX в. Анатомы расчленяли тела умерших людей и изучали вес отдельных органов и тканей. Исследования такого рода важны для установления средних соотношений компонентов веса тела и определения констант, которые входят в формулы, используемые при разложении веса на составные части.

**Антропометрический.** Изучают наружные признаки и особенности строения человеческого тела, сравнительно легко доступные для измерения и описания классическими антропометрическими методами. Измерительные признаки (например, толщина кожно-жировой складки или поперечные диаметры сегментов конечностей) используются для косвенного суждения о развитии соответствующего компонента. Пионером в этом направлении по праву считают чешского антрополога Я. Матейку, широко использовавшего также и классический анатомический метод и предложившего в 1921 г. оценивать развитие костной, мышечной и жировой тканей с помощью формул, включающих различные наборы измерительных признаков. В известных случаях различные формулы могут быть использованы для групповой характеристики, однако точное индивидуальное установление компонентов веса тела по ним пока не удается.

**Денситометрический.** Способ определения объема человеческого тела, и следовательно, удельного веса тела известен еще со времен Архимеда. Считают, что чем выше удельный вес тела человека, тем лучше его физическое развитие, поскольку большая плотность тела свидетельствует об относительно лучшем развитии более плотных тканей (удельный вес жира в среднем составляет  $0,900 \text{ г/см}^3$ , кости —  $1,600 \text{ г/см}^3$ , мышц —  $1,100 \text{ г/см}^3$ ). Различное соотношение компонентов может оказать существенное влияние на такую результирующую оценку, которой является удельный вес тела, и по колебаниям последнего можно сделать заключение об изменениях состава тела и, в частности, о вариациях жировой массы. Было предложено большое количество формул, включающих удельный вес тела, по которым можно определять процентное содержание жировой массы по отношению к общему весу тела.

**Рентгенографический.** Рентгенограммы дают возможность измерить толщину жирового слоя, мышц и кости. При этом подкожный жир может быть определен в местах, недоступных для измерения калипер-циркулем. С помощью рентгенографии можно описать и степень минерализации кости, влияющую на вес скелета.

**Ультразвуковой.** Особое развитие получил в последние годы, но отдельные методические стороны его использования не совсем ясны. С помощью этого метода можно оценивать степень развития подкожного жира, мышечного слоя, ширины костей.

**Подходы, связанные с использованием изотопов и меченых соединений.** В их основе лежит хорошо известный принцип изотопного разведения, согласно которому  $C_1 V_1 = C_2 V_2$ , где  $C_1$  — концентрация изотопа в объеме  $V_1$  до разведения,  $C_2$  — концентрация изотопа в объеме



$V_2$  после разведения. Сложность использования этих методов заключается в том, что необходимо подбирать нетоксичные изотопы и меченые соединения, которые распределялись бы достаточно равномерно в исследуемом компоненте, не вступали бы в устойчивую связь с другими соединениями и при этом допускали бы возможность получения количественной оценки.

Наиболее широкое распространение при данных методах определения состава тела получило измерение связанного с изотопом  $^{40}\text{K}$   $\gamma$ -излучения (применяется для определения тощей массы тела); для определения развития жира применяется криптон и циклопропан. Для указанных целей используют также метод нейтронной активации. Все эти способы используют в стационарных условиях.

Различные косвенные способы основаны на применении физиологических и биохимических показателей. Например, определение мышечной массы производится по уровню креатинина в моче, а определение тощей массы — по показателям основного обмена.

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ И КОНЦЕПЦИИ ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА ТЕЛА

Я. Матейка указывал на необходимость расчленения веса тела ( $W$ ) на вес костной, мышечной и жировой масс плюс остаток, т. е.  $W = O + D + M + R$ , где  $O$  — символ костной массы,  $D$  — жировой,  $M$  — мышечной,  $R$  — остаток. В дальнейшем было предложено разлагать вес тела на вес тощей, или «активной», массы и на вес жировой, или «пассивной», массы. Приведенная на рис. V.1 схема дает

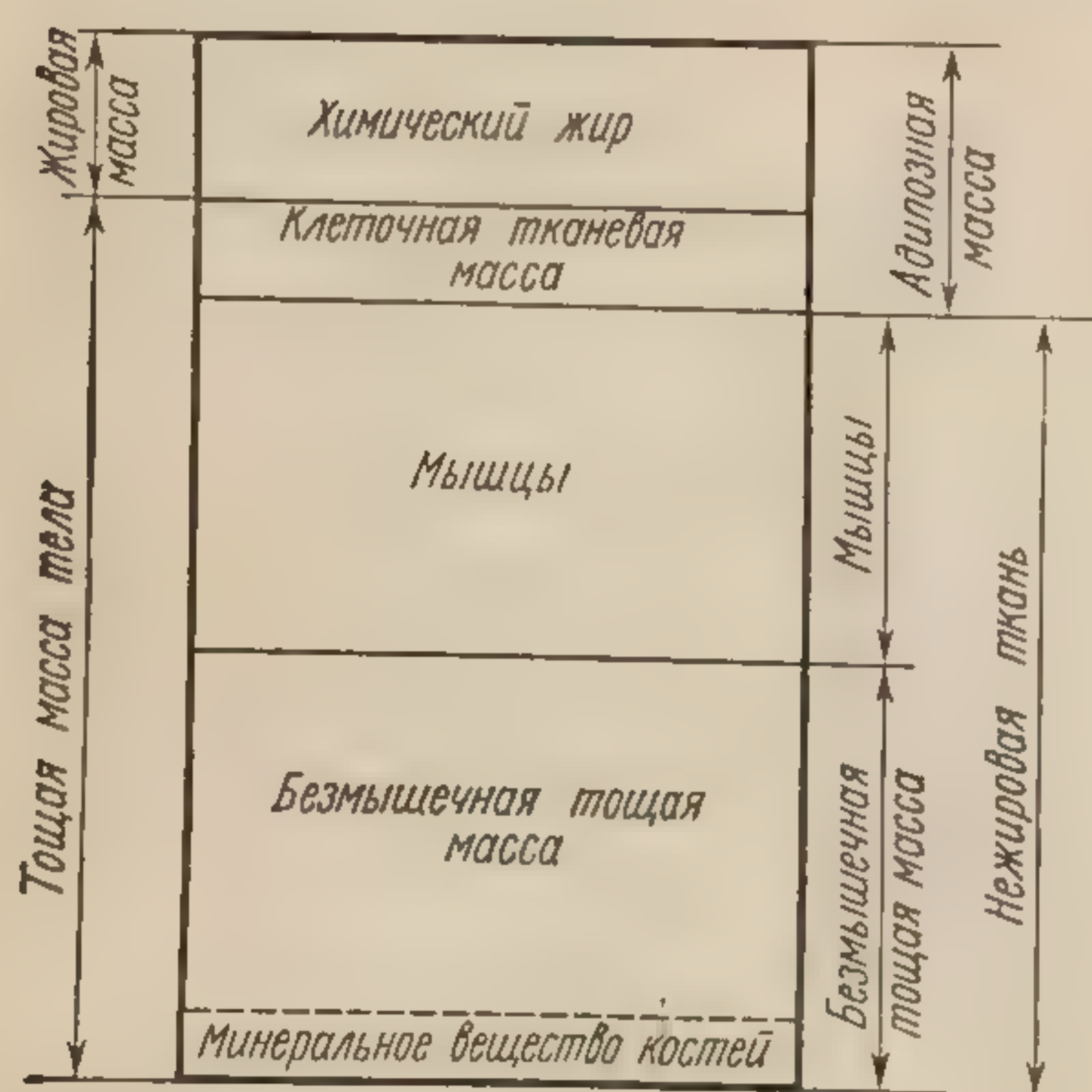


Рис. V.1. Модели состава тела (по Anderson, 1963).  
I — по Бенке; II — по Лунгрену; III — по Добельну

от пассивной жировой ткани и соотношение между упомянутыми массами может в известной степени служить мерилем физической работоспособности и физического развития индивида. Обще-принятого понятия активной массы нет.

представление о возможностях расчленения веса тела, предлагаемых различными авторами.

Под тощей массой (lean body mass) обычно понимают вес тощей телесной массы, который можно разделить на биологически относительно постоянные доли, включающие 70—72% воды, 7% минеральных веществ, органическую субстанцию, а также не всегда определенный, но, вероятно, постоянный процент липидов костного мозга (2—3%), центральной нервной системы и других органов. В этом смысле тощая масса отличается от обезжиренной массы (fat-free mass), не включающей никаких жировых образований.

По мнению ряда специалистов, тощая масса метаболически активна в отличие



К тощей массе относятся, кроме того, плазма, хрящ, волосы, зубы, которые не связаны непосредственно с обменными процессами, а скорее выполняют функцию «поддержки и транспорта». Предлагают выделять клеточную массу тела. Анатомически клеточная масса определяется как включающая все клетки тела и ответственная за все окисляющиеся субстраты для получения или образования энергии, а также за митоз при воспроизведении. В клеточную массу включаются и красные кровяные клетки, все паренхиматозные клетки, клетки скелетной и гладкой мускулатуры, эндотелия, жировые клетки, содержащие большие запасы внутриклеточного материала, клеточные объединения в костях, фасциях и т. п.

Кратко клеточная масса, по И. Брожеку, определяется как однородная, обменивающая энергию и производящая работу ткань тела. Однородность клеточной массы, как это явствует из ее состава, весьма относительна, и из двух ее компонентов — висцеральной паренхимы и скелетной мускулатуры — наибольший интерес представляет последний.

Для оценок клеточной массы не всегда целесообразно применять сложную технику. Так, для установления общего жира можно использовать и более простые, надежные антропометрические способы; о внешних формах тела и объеме представление может дать антропологическая фотография; антропометрия также достаточно надежна, когда речь идет о характеристике развития подкожного жира, размеров скелета. При разделении общего жира на подкожный и внутренний следует использовать методы как «химической», так и классической антропометрии.

Американский исследователь И. Брожек выделил следующие модели состава тела.

1. «Биохимическая» модель, основанная на разложении веса условного индивида:

вес тела = жир + вода + белки + минеральное вещество. Если учесть минеральное вещество костей и остаточное (не костное) минеральное, то 4-компонентную модель можно преобразовать в 5-компонентную. В табл. V.1, V.2 приведены вес, плотность и объем, а также химический состав компонентов.

Таблица V.1

Относительный состав и плотность «идеального тела» и его компонентов, %  
(по Брожеку)

Характеристика	Условный индивид	Обезжиренная масса	Обезжиренная кость без минералов	Клеточный остаток	Обезжиренный клеточный твердый остаток
Вода . . . . .	62,4	73,8	78,1	72,7	—
Белки . . . . .	16,4	19,4	20,6	25,7	94,0
Жир . . . . .	15,3	—	—	—	—
Минеральное вещество костей . . . . .	4,8	5,6	—	—	—
Остаточное минеральное вещество . . . . .	1,1	1,2	1,3	1,6	6,0
Для всего тела . . . . .	100,0	84,7	79,9	63,9	17,5
Плотность . . . . .	1,064	1,100	1,060	1,078	1,389

2. Радиометрические модели. Двухкомпонентная модель — вес тела = жир + обезжиренная масса — основана на предположении, что калий (K) составляет постоянную долю обезжиренной массы, т. е. общий K/вес обезжиренной массы = C (C=68,1). Необходимо, однако,



Таблица V.2

Общий вес тела, плотность и объем компонентов в пересчете на 1 кг  
веса тела условного индивида (по Брожеку)

Символ	Компонент	Вес, г	Плотность при 36°C	Объем, мл
A	вода	624,3	0,99371	628,2
P	белки	164,4	1,34	122,7
F	жир	153,1	0,9007	170,0
M <sub>0</sub>	минеральное вещество костей	47,7	2,982	16,0
M	остаточное минеральное вещество	10,5	3,317	3,2
Всего		1000,0	1,064	940,1

учитывать, что содержание К в различных тканях неодинаково и у ожиревших индивидов на 1 кг веса тела К значительно меньше по сравнению с худыми; у новорожденных его содержание также меньше.

Е. Андерсон ввел трехкомпонентную модель: вес тела = адипозная ткань + мышцы + остаток.

3. Миннесотская модель. При ее построении исходят из предположения, что вес тела может быть расчленен на относительно активную его часть, связанную с обменом энергии, и сравнительно неактивную долю. К последней относятся жир и минеральное вещество костей, а также внеклеточная вода.

Таблица V.3

Состав жировой ткани при изменениях веса, %

Компонент	Условия	
	прибавка в весе	потеря в весе
Жир . . . . .	64	64
Внеклеточная вода . . . . .	14	4
«Клеточный остаток» . . . . .	22	32
Плотность . . . . .	0,948	0,954

При вычитании из общего веса последних трех компонентов представляется возможным установить «активную клеточную массу», т. е. общий вес может быть описан четырехкомпонентной моделью:  $W = F + A_E + C + M_0$ , где  $F$  — общий жир тела,  $A_E$  — внеклеточная вода,  $C$  — «клеточный остаток»,  $M_0$  — минеральное вещество скелета. Эта система

представляет известный интерес при анализе изменений веса — прибавок или потерь его, когда весовые изменения равны  $F + A_E + C$ . Состав избыточной жировой ткани (в %) при прибавках или потерях в весе тела представлен в табл. V.3.

4. Модель для клеточной массы тела: общий вес тела = жир + клеточная масса тела + «остаток». Жир вычисляется из уравнения  $100 - \text{вода}/0,732$ , с учетом предположения, что в обезжиренной массе доля воды составляет 73,2%. Клеточная масса определяется из данных по обмену натрия или из оценок  $^{42}\text{K}$ , т. е. клеточная масса в граммах равна  $K_E (\text{мг-экв}) \cdot 8,33$ . Остаток, в свою очередь, представляет собой внеклеточную нежировую массу.

#### ВОЗРАСТНО-ПОЛОВЫЕ ВАРИАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ВЕСА ТЕЛА

Подавляющее большинство исследований, касающихся возрастно-половой изменчивости компонентов веса тела, относится к подкожному жиру, поскольку последний может быть легко измерен с помощью ка-



липера. Подкожный жир крайне лабилен и быстро реагирует на разного рода стрессовые ситуации, ведущие к потере или увеличению его веса, и, являясь важнейшей составной частью общего жира тела, дает возможность констатировать изменения в весе жира сразу, без применения сложных методик.

Для определения развития подкожного жира индивида, как правило, измеряют толщину двух жировых складок — на задней поверхности плеча и под лопаткой. Зная размеры этих складок, а также жировых складок и на других частях тела, можно определить вес подкожного жира.

Стандарты для жировых складок на задней поверхности плеча и под лопаткой, учитывающие скорости роста и основанные на численно представительном материале, включающем детей-европеоидов от 1 мес до 16 лет, показывают, что складки резко увеличиваются в течение первого года жизни, далее следует падение кривых. У мальчиков минимальные значения для задней поверхности плеча наблюдаются в возрасте около 8 лет, затем кривая достигает своего пика в 12—12,5 года, в дальнейшем опять отмечается ее падение. У девочек наименьшие показатели кривой наблюдаются в 7-летнем возрасте, т. е. на 1 год раньше по сравнению с мальчиками. Далее следует подъем кривой толщины складки на задней поверхности плеча, продолжающийся практически до 17 лет.

Анализ вариаций клеточной массы у европеоидов в возрастном интервале от 8 до 90 лет показывает, что до 14 лет мальчики незначительно превосходят девочек по клеточной массе, с 15 до 20 лет у мальчиков и юношей отмечается значительное ускорение ее прироста, у девочек и женщин прирост клеточной массы в указанном интервале весьма незначителен. В 20 лет средний вес клеточной массы у мужчин при общем весе тела 68,9 кг составляет 42 кг; у женщин же 27,4 кг при общем весе тела 57,8 кг. С 20 до 30 лет клеточная масса у мужчин меняется незначительно, а после 30 лет начинается ее уменьшение, и в 75—80 лет средний вес клеточной массы ( $P_{50}$ ) равен 31,7 кг. У женщин в интервале 20—50 лет клеточная масса практически неизменна и составляет 27—28 кг, к 70—75 годам она уменьшается до 23,8 кг.

Общий жир у мальчиков с 8 до 16 лет увеличивается с 3,8 до 8,9 кг; в следующие два года изменение жира может быть описано S-образной кривой. У девочек во всех возрастных группах развитие общего жира превосходит таковое у мальчиков. У 20-летних женщин жир составляет приблизительно 30% веса тела, в то время как у мужчин — только около 15%.

Жир у мужчин с 10—11 кг в 20 лет возрастает до 19—20 кг в 40—45 лет. У женщин в период с 20 до 70 лет жир увеличивается на 13—14 кг.

Оценка обезжиренной массы тела (вес тела минус химически экстрагируемый жир) с помощью  $^{40}\text{K}$  позволила выявить, что у мальчиков 8—9 лет эта масса с 21—26 кг увеличивается к 18—20 годам до 59—67 кг. После 20 лет начинается уменьшение обезжиренной массы. У девочек и девушек максимальная величина обезжиренной массы тела отмечена в более раннем возрасте (в 15—16 лет) и в среднем составляет  $2/3$  от таковой массы мужчин.

Необходимо, однако, учитывать, что в результате процессов акцелерации в упомянутые схемы возрастных изменений жировых складок и других признаков должны периодически вноситься соответствующие поправки, учитывающие как изменения абсолютных значений признаков, так и сдвиги скоростей прироста.



# РАСОВЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ СОСТАВА ТЕЛА

Европеоидным мужским популяциям высокоразвитых стран свойственно абсолютно и относительно лучшее развитие подкожного и общего жира по сравнению с соответствующими возрастными и половыми группами развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки (табл. V.4). Общая закономерность, касающаяся распределения

Таблица V.4

Удельный вес, компоненты веса тела и жировые складки у мужчин некоторых этнических групп, по данным разных авторов\*

Группа	Удельный вес тела, г/см <sup>3</sup>	Тощая масса		Жировая масса		Жировые складки, мм	
		кг	% веса тела	кг	% веса тела	на задней поверхности плеча	под лопаткой
Русские студенты (n = 60), 18—30 лет . . . . .	1,068	55,13	84,13	11,10	16,98	9,12	10,53
Американские студенты (n = 53), средний возраст 19,3 года . . . . .	1,065	60,30	84,70	11,10	15,30	13,10	13,60
Чукчи (n = 88) и эскимосы (n = 57), средний возраст 34—35 лет . . . . .	—	55,47	86,64	8,77	13,36	7,86	10,74
Китайцы Тайваня (n = 31), молодые мужчины . . . . .	1,079	47,27	90,06	5,31	9,94	6,31	8,02
Японские студенты (n = 96), 18—27 лет . . . . .	1,069	52,13	88,48	6,77	11,52	8,00	10,90

\* Различия в значениях тощей массы и жира частично могут объясняться неидентичностью методик, применяемых для их определения.

подкожного жира у представителей разных социально-профессиональных групп, заключается в том, что в пределах одной расы индивиды из семей с более высоким уровнем дохода характеризуются и большими значениями кожно-жировых складок, хотя индивиды среднего возраста из семей с очень высоким доходом иногда имеют относительно меньшее развитие подкожного жира, что объясняется регулярными занятиями физической культурой, соблюдением диеты и т. п.

Как правило, представители «сидячих» профессий имеют более развитую жировую массу по сравнению с людьми, ведущими активный образ жизни; при одной длине тела у индивидов, занимающихся тяжелым физическим трудом, тощая масса развита как абсолютно, так и относительно лучше, чем у людей, не занимающихся физическим трудом.

## УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ТЕЛА

Удельный вес тела весьма чувствителен к изменению соотношений компонентов веса тела и быстро реагирует на эти изменения. По вариациям удельного веса тела можно сделать заключения о переменах в физическом состоянии человека, его физическом развитии, особенно под влиянием разного рода стрессовых реакций, при систематических занятиях физкультурой и спортом, голодании, заболеваниях и т. п.

При определении удельного веса тела весьма существенной с методической точки зрения представляется оценка остаточного объема



легких, который обычно исключается из общего объема тела. Ряд исследователей, однако, полагают, что при определении удельного веса тела в общий объем тела должен быть включен и остаточный объем легких, поскольку это соответствует естественному состоянию человеческого организма.

Принимается, что удельный вес тела условного среднего мужчины равен  $1,064\text{--}1,067\text{ г/см}^3$  при содержании жира порядка 15% от общего веса тела. У мужчин внутренний жир составляет 50% от общего жира, у женщин — в среднем 70%; плотность внутреннего жира равна  $0,930\text{ г/см}^3$ , удельный вес общего жира —  $0,915\text{ г/см}^3$  (имеются указания, что внутреннему жиру свойствен несколько больший удельный вес по сравнению с подкожным); удельный вес тощей массы равен  $1,100\text{ г/см}^3$ ; удельный вес остальных компонентов следующий: белков —  $1,34\text{ г/см}^3$ , минеральных веществ кости —  $2,982$ , не костных минеральных веществ —  $3,317\text{ г/см}^3$ .

У 9—10-летних мальчиков плотность тела равна  $1,062\text{ г/см}^3$ , к 11—13 годам она понижается до  $1,048\text{ г/см}^3$ , а затем возрастает, достигая значения  $1,073\text{ г/см}^3$  в группе 16—17-летних. У девочек значения удельного веса тела ниже и более постоянны по сравнению с мальчиками, с небольшим увеличением в 13—14 лет и последующим уменьшением этого указателя (Брожек).

Система возрастных и половых изменений удельного веса тела слишком сложна, чтобы ее можно было объяснить только вариациями жировой ткани: необходимо учитывать развитие мышечной массы и других компонентов веса тела.

С увеличением возраста отмечается падение удельного веса тела. Так, было отмечено, что у мужчин в возрасте 17—49 лет плотность тела уменьшается с  $1,073$  до  $1,041\text{ г/см}^3$  параллельно с возрастанием доли жировой массы.

У женщин наблюдается сходная закономерность, и в интервале 16—70 лет удельный вес тела у них падает с  $1,034$  до  $1,005\text{ г/см}^3$ .

Из плотностей компонентов веса тела наиболее детально изучены вариации удельного веса костей человеческого скелета. Так, длинные кости и ребра плотнее, чем позвонки; шейные позвонки имеют больший удельный вес по сравнению с другими сегментами позвоночного столба; кости мужчин плотнее, чем кости женщин, и удельный вес их убывает с увеличением возраста.

#### КОРРЕЛЯЦИИ УДЕЛЬНОГО ВЕСА И КОМПОНЕНТОВ ВЕСА ТЕЛА

Для прогнозирования удельного веса тела по развитию подкожного жира обычно пользуются его корреляцией с жировыми складками. Эти корреляции характеризуются, как правило, отрицательным знаком и довольно велики по абсолютному значению (от  $-0,6$  до  $-0,9$ ), хотя в некоторых случаях отмечаются и меньшие показатели.

Длина тела, ширина плеч и таза связаны с удельным весом тела небольшой и отрицательной зависимостью. В целом корреляции удельного веса тела с различными морфологическими особенностями невелики; массы жировой и костной тканей связаны с ним отрицательной, мышечной — положительной зависимостью.

Корреляции между линейными размерами тела и общим жиром довольно значительны и отрицательны по знаку; связи между эндоморфией и средней жировой складкой у мужчин весьма велики и положительны ( $0,7\text{--}0,9$ ), между эктоморфией и той же складкой — отрицательны ( $-0,4$  до  $-0,7$ ); удельный вес тела обнаруживает



большую отрицательную связь с эндоморфией и положительную корреляцию — с эктоморфией.

Корреляция между общим жиром и тощей массой сравнительно невелика и отрицательна, практически отсутствует зависимость между длиной тела и общим жиром, но связь между длиной тела и весом тощей массы довольно существенна.

Анализ зависимостей между развитием толщины и площади тканей конечностей показывает, что корреляции между развитием разных компонентов, как правило, весьма малы; корреляции же между развитием идентичных компонентов верхней и нижней конечностей значительны.

#### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯЦИИ КОМПОНЕНТОВ ВЕСА ТЕЛА

Сопоставление биохимических показателей крови с основными соматическими компонентами человеческого тела, проведенное Т. И. Алексеевой, обнаружило, что общие липиды и холестерин характеризуются положительной связью с жировой массой, что же касается корреляций с другими морфологическими показателями, то у мужчин уменьшение уровня липидов в крови сочетается с увеличением длины тела и обезжиренной массы при уменьшении общего жира, при увеличении уровня липидов обнаруживается противоположная тенденция. У женщин увеличение содержания липидов связано с увеличением как общего жира, так и других компонентов. Увеличение уровня альбуминов в крови сочетается с возрастанием всех компонентов и длины тела, причем у мужчин оно наблюдается достаточно отчетливо. Связь  $\gamma$ -глобулиновой фракции крови с компонентами имеет противоположное по сравнению с альбуминами направление. По-видимому, соматические компоненты связаны с теми биохимическими признаками внутренней среды, которые выполняют роль пластических и энергетических веществ; отрицательные связи  $\gamma$ -глобулиновой фракции, вероятно, носят вторичный характер, являясь выражением компенсаторных механизмов, обеспечивающих большую резистентность ослабленным организмам. В группах, характеризующихся крайними значениями морфологических и биохимических признаков, связи проявляются более или менее отчетливо в отличие от средних вариантов, где возможны любые сочетания соматических компонентов.

Пэссмор привел следующую таблицу, иллюстрирующую резервные возможности человека:

Компонент	Общее содержание в теле	Допустимая общая потеря	Возможная дневная потеря	Время выживания
Жир, г . . . . .	9 000	6500	150	6—7 нед
Белок, г . . . . .	11 000	2400	60	6—7 нед
Углеводы, г . . . . .	500	150	—	несколько часов
Вода, г . . . . .	40 000	4000	1000	4 дня
Натрий, мэкв . . . . .	2 600	800	320	2—3 дня
Калий мэкв . . . . .	3 500	300	260	1—2 дня
Кальций, г . . . . .	1 500	500	0,1	10—20 лет
Железо, мг . . . . .	4 000	3000	23	4—5 мес
Витамин А, ед. . . . .	500 000	—	1000	1—2 года
Витамин В <sub>12</sub> , мг . . . . .	5 000	—	1	10—20 лет
Витамин В <sub>1</sub> , мг . . . . .	25	—	0,35	2—3 мес



## ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ТЕЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ

По данным Г. К. Ступина, уже начиная с 12-летнего возраста констатируются различия в степени развития обезжиренной массы: у мальчиков-спортсменов ее количество почти на 5 кг больше по сравнению с мальчиками того же возраста контрольной группы. У девочек различие выражено еще в большей степени. Что касается жирового компонента, то у представителей контрольной группы он развит значительно сильнее. Удельный вес у пловцов значительно выше по сравнению с неспортсменами. Вес у спортсменов увеличивается в основном за счет нежирового компонента, у не занимающихся спортом — за счет жира, причем особенно интенсивный прирост обезжиренной массы отмечается у пловцов: у мальчиков в возрасте 14—15 лет, у девочек — в 13—15 лет; количество жира в этот период практически постоянно, а иногда снижается. Направленность указанных выше изменений становится более отчетливо выраженной с увеличением стажа спортивных тренировок. Особенно интенсивно возрастают величины обезжиренной массы к концу весенне-летнего тренировочного цикла. При этом тренировка быстрее влияет на молодой растущий организм и чем старше возраст, тем медленнее наступают количественные изменения компонентов под влиянием занятий спортом. Соотношение компонентов и удельный вес меняются у высокотренированных спортсменов даже в период коротких интенсивных тренировок: в течение 3—4 нед.

По материалам Н. Ю. Лутовиновой, М. И. Уткиной и В. П. Чтецова, изучавших вариации основных компонентов веса у баскетболистов, гимнастов, борцов и тяжелоатлетов высокой спортивной квалификации, абсолютная масса мышечной ткани составляет большую часть веса у всех спортсменов, минимальные значения свойственны борцам и тяжелоатлетам легкого веса, максимальные — борцам и тяжелоатлетам тяжелого веса. Абсолютные массы жировой и костной тканей также различны у представителей разных видов спорта. При анализе прироста отдельных компонентов веса в пересчете на 1 кг веса тела выявляются резко противоположные тенденции, выражающиеся в том, что у борцов и тяжелоатлетов легкого веса наблюдается наибольший прирост мышечной ткани и наименьший — жировой. Борцы и тяжелоатлеты тяжелого веса, наоборот, характеризуются наименьшим увеличением мышечной ткани и наибольшим — жировой. Остальные группы спортсменов занимают промежуточное положение.

Наибольший удельный вес свойствен тяжелоатлетам и борцам легкого веса, баскетболистам, далее следуют гимнасты, борцы и тяжелоатлеты средних весовых категорий и борцы и тяжелоатлеты тяжелого веса. После приведения по уравнению регрессии всех групп к одной длине тела удельный вес у тяжелоатлетов тяжелого веса также остается наименьшим, у тяжелоатлетов легкого веса — наибольшим.

По данным А. Г. Ждановой, изучавшей спортсменов высших рядов, занимавшихся футболом, баскетболом, греблей, волейболом, плаванием, водным поло, велосипедным спортом и т. п., установлены следующие границы вариаций для жировой массы: 6,7—11,8% от общего веса тела; для неспортсменов соответственно от 13,4 до 20,2%. По уменьшению пределов колебаний запасного жира ниже 6% можно судить о недопустимости повышения энергозатрат в процессе последующих тренировок, которые могут привести к стойкому переутомлению. Вследствие продолжительного мышечного бездействия при относительно трехмесячной гиподинамии спортсменов в переходный период тре-



нировки было отмечено увеличение жирового компонента главным образом за счет внутреннего жира, что в сочетании с уменьшением количества связанной воды в организме создает дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Применение больших нагрузок вызывает явление избыточной компенсации, сопровождающееся увеличением мышечной массы как у мужчин, так и у женщин.

Уменьшение веса тела у спортсменов в основном связано с уменьшением запасного жира, а иногда и с падением массы активной ткани, что служит важным сигналом о наличии перетренированности. Снижение количества мышечной массы свидетельствует о распаде белков, которое не компенсируется их синтезом, о чем косвенно можно судить по уменьшению экскреции креатинина и снижению уровня основного обмена.

При изучении особенностей соотношения компонентов у гимнасток и баскетболисток высокой квалификации по сравнению со спортсменами-мужчинами было показано, что у женщин больше толщина жировых складок (кроме тяжелоатлетов тяжелых весов), причем группе гимнасток свойствен мужской тип распределения подкожного жира, когда наибольшая толщина складки отмечается в области спины. У баскетболисток наибольшее развитие подкожного жира в области живота. Последним присуще лучшее развитие (абсолютно) мышечной, жировой и костной тканей по сравнению с гимнастками. Абсолютно масса жировой ткани у женщин-спортсменок больше, чем у мужчин-спортсменов, за исключением тяжелоатлетов тяжелого веса. Абсолютная величина мышц у женщин меньше и приближается к значениям, свойственным борцам и тяжелоатлетам легких весов, то же относится и к костной ткани. Соотношение компонентов веса тела и их прирост на 1 кг веса у женщин-спортсменок разных специализаций более сходно, чем у мужчин.

Последнее обстоятельство, вероятно, объясняется спецификой женского спорта и отсутствием узкоспециализированных физических нагрузок, сильно влияющих на соотношение компонентов веса у мужчин. У баскетболисток отмечаются больший по сравнению с гимнастками вес тела и большие величины жировой, мышечной и костной тканей, приходящейся на единицу поверхности тела. По сравнению с мужчинами у женщин наблюдается максимальный вес жировой ткани, приходящейся на единицу поверхности тела, и минимальный — для мышечной.

Все исследователи отмечают выраженное уменьшение подкожного жира при тренировках, особенно к концу сезона. Корреляция между количеством подкожного жира и способностью к выполнению физических упражнений, как правило, имеет отрицательный знак. Впрочем, у представителей отдельных видов спорта (например, пловцов и тяжелоатлетов тяжелого веса) средние значения толщины кожно-жировых складок могут увеличиваться. Отдельные жировые складки иногда не подчиняются общим закономерностям и увеличиваются, особенно у женщин, при уменьшении средней жировой складки.

Особенно благотворное влияние целенаправленные занятия спортом оказывают на состав тела ожиревших детей. Повторные интенсивные тренировки приводят к такому соотношению компонентов, которое свойственно нормальным детям, хотя в течение процесса могут иметь место временные нарушения этого соотношения, связанные с нарушениями режима в период между тренировками.



## КОНСТИТУЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Учение о конституции человека имеет многовековую историю. Еще основоположник древнегреческой медицины Гиппократ (460—377 гг. до н. э.) выделил несколько типов конституции: хорошую и плохую, сильную и слабую, сухую и влажную, вялую и упругую и рекомендовал принимать во внимание конституциональные особенности при лечении болезней.

Позднее Гален (131—211 гг. н. э.) ввел понятие о габитусе, т. е. совокупности признаков и особенностей наружного строения тела, характеризующих внешний облик индивида.

Развитие конституциологии в последние сто лет шло сложными путями, переживало подъемы и спады, обуславливаемые как объективными, так и субъективными причинами.

Среди специалистов нет единого мнения о человеческой конституции, и мы условно выделили несколько подходов. Так, по мнению выдающегося советского антрополога В. В. Бунака, следует различать два вида конституции: «санитарную» и «функциональную». При этом в первой учитываются структурно-механические свойства организма, определяемые в первую очередь взаимоотношением трех размеров: длины тела (роста), обхвата груди и веса тела. Под функциональной конституцией понимаются те особенности телосложения, которые непосредственно связаны со специфическими, главным образом биохимическими, особенностями жизнедеятельности организма, и прежде всего с углеводно-жировым и водно-солевым обменом. При таком понимании функциональной конституции предполагается, что основными ее характеристиками являются степени развития мускулатуры и жировотложения. Некоторые специалисты предлагают различать общую конституцию и частные конституции. Общая конституция есть общее, суммарное свойство организма реагировать определенным образом на внешние средовые воздействия, не нарушая пределов связи всех признаков организма как целого; это наиболее общая качественная черта всех индивидуальных особенностей и свойств субъекта, генотипически закрепленных в его наследственном аппарате и способных в известной степени меняться под воздействием окружающей среды. Общая конституция — это единый принцип многообразной деятельности всех входящих в нее систем, характеризующий функциональным единством всех физических, физиологических и психических свойств личности. Общая конституция обуславливает все физические, физиологические и формально-психические свойства личности, но они могут меняться в зависимости от условий развития и воспитания (В. М. Русалов).

В понятие «частная конституция» входят габитус, соматический тип, тип телосложения, особенности гуморальной системы, обменных процессов и т. п. Ряд исследователей считали, что замена слов «тип телосложения» или «тип конституции» термином «соматотип» является принципиальной по существу. Большинство специалистов склоняются к мысли, что целесообразнее использовать термин «соматотип» для характеристики конституции, основанной на морфологических критериях.

Некоторые авторы предлагают выделять в пределах отдельных конституций микро-, мезо- и макросоматиков, т. е. дифференцировать их по степени развития тотальных размеров тела: к микросоматикам относятся индивиды с небольшими размерами, к макросоматикам — с большими. Указанные подварианты различаются по своему биологическому статусу: так, макросоматики мускульного и микросоматики



брюшного типа характеризуются оптимальным биологическим статусом, в то время как макросоматикам брюшного типа свойствен субпатологический статус.

В мировой конституциологии условно можно выделить ряд следующих определений конституций.

**Соматопсихологический.** «Конституция данного индивида есть форма проявления его общей психофизической личности как она обусловлена, с одной стороны, его генетической нормой реакции на влияние окружающей среды и, с другой — модификацией этой реакции, вызванной внешними воздействиями» (Бауэр); конституция характеризуется как «состояние нашего тела» (Эйкштедт), или как «общее состояние нашего тела»; под конституцией понимаются также индивидуальные особенности строения тела и его функций.

**Физиологический.** Данный подход определяет конституцию как относительно постоянное состояние нашего тела, связанное с его сопротивляемостью. Понятие конституции включает сумму всех предрасположений и учитывает резистентность организма, т. е. «конституция есть сумма всех факторов, из которых существенными являются те, которые в большей или меньшей мере характеризуют сопротивляемость организма по отношению к внешним повреждающим воздействиям».

**Генетический.** Широко известно определение Тандлера: конституция есть соматический фатум организма и выражает индивидуальные особенности сомы, определяемые в момент оплодотворения. По Кречмеру, конституция в узком смысле есть развитие наследственных задатков; конституция и генотип — идентичные понятия, по Моритцу; общая конституция организована на молекулярном уровне и является чертой общей генотипической структуры человека (В. М. Русалов).

**Смешанный.** Под конституцией понимаются существенные индивидуальные особенности, связанные со строением тела, работоспособностью, сопротивляемостью к заболеваниям и т. п. (Ленц), или особенности, обусловливаемые действием наследственности и среды (Клоос).

По мнению советских ученых П. Д. Горизонтова и М. Я. Майзелиса, старые учения о конституции и конституциональных типах, основанные только на морфологических признаках, определяли лишь особенности телосложения и не позволяли судить о реактивности организма. Последняя должна приниматься во внимание при характеристике конституциональных типов. Характер же реактивности организма определяется центральной нервной системой, осуществляющей свое влияние с участием нижележащих ее отделов, в том числе вегетативной нервной системы, а также эндокринных желез.

Ряд авторов отождествляют конституцию с фенотипом (Швидецкая, Гребен и др.); известны определения, учитывающие развитие той или иной системы, ткани или зачатка и т. п.

#### СХЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ КОНСТИТУЦИЙ (СОМАТОТИПОВ)

Мы рассмотрим лишь те схемы, которые реально используются в практике антропологических исследований и по которым производится индивидуальная диагностика соматотипов.

При конституциональной диагностике должна учитываться степень жиротложения и развития мускулатуры, а также форма грудной клетки, живота и спины. Признаки строения лица и головы в схему не включены, ибо это признаки не конституционального, а расового порядка (В. В. Бунак).

При описании мужских конституций в СССР широко используется схема В. В. Бунака. Всего выделяется 3 основных типа: грудной, мускульный (мускулярный) и брюшной — и 4 промежуточных подтипа: грудно-мускульный, мускульно-грудной, мускульно-брюшной и брюшно-мускульный. Общее представление об этом подходе может дать модифицированная схема В. В. Бунака (так называемая 3-я схема), основанная лишь на сочетании степени развития мышц и жира (табл. V.5). В практике антропологических исследований часто (до 30%) выделяется неопределенный тип.

При описании женских конституций, кроме обычных, часто применяются специальные схемы.



Схема конституциональных типов (3-я, Бунак, 1931)

Таблица V.5

Условно-нормальных типов (3-я, Бунак, 1931)				
Жироотложение		Мышечный тонус		
		слабый	средний	сильный
малое	гипотонический (ослаб- ленный грудной)	олиготонический мус- кулярный (грудной)	гипертонический муску- лярный (мышечно-груд- ной)	
среднее	олиготонический нутри- тивный (грудно- брюшной)	мезотонический (груд- но-мышечный)	архитонический мускуля- рный (мышечный)	
обильное	гипертонический нутри- тивный (брюшно-мус- кульный)	архитонический нутри- тивный (брюшной)	гипертонический (мышкуль- но-брюшной или брюш- но-мышечный)	

Из рабочих схем женских конституций схема И. Б. Галанта (1927) может быть признана одной из самых удачных. Он предложил выделять у женщин 7 типов конституций, сгруппированных в 3 категории, причем подчеркнул, что в характеристику конституций должны включаться не только морфологические особенности, но и психофизические различия.

### А. Лептосомные конституции

1. Астенический тип характеризуется худым телом, с плоской, узкой, длинной грудной клеткой, втянутым животом, узким тазом, с длинными тощими ногами; между бедрами при смыкании остается свободное пространство. Лицо узкое, удлиненное, бледное сухое с «угловым профилем», т. е. с несоответствием между удлиненным от природы носом и укороченным гипопластическим подбородком. Мускулатура развита слабо; на туловище, пояснице, крестце отсутствует жиросложение, придающее телу настоящую женственность.

2. Стенопластический тип несет значительную часть признаков астенического типа; это узкосложенный тип, но благодаря качественно и количественно лучшему развитию всех тканей организма, хорошему здоровью, хорошей общей упитанности этот тип приближается к идеалу женской красоты.

### Б. Мезосомные конституции

1. Пикнический тип характеризуется в целом умеренным или слегка повышенным отложением жира, «нежными» тканями, укороченными по сравнению с женщинами стенопластической конституции конечностями, округлой головой и лицом, полной и укороченной шеей, сравнительно широкими и круглыми плечами. Им свойственна цилиндрическая грудная клетка, круглый живот, широкий таз с характерными отложениями жира. Бедра — округлые, смыкание ног полное, кожа нежная и гладкая, крестцовые ямки с очертаниями ромба Михаэлиса выражены очень четко.

2. Мезопластический тип — с приземистой коренастой фигурой и с подчеркнутым развитием сухожилий, умеренно развитой, крепкой мускулатурой и развитым скелетом при слабом, по сравнению с пик-



ническим типом, хотя и достаточном развитии жирового слоя. Лицо — широкое и не столь правильно округленное, как у представительниц пикнического типа, часто наблюдается гипоплазия нижней части или средней и нижней частей лица при сильном развитии скул как основной особенности этого типа.

### В. Мегалосомные конституции

Общая тенденция — одинаковый рост в длину и ширину в отличие от тенденции роста в длину у лептосомных типов и роста в ширину у мезосомных.

1. Атлетический тип — тип «маскулинно вырожденной женщины», с исключительно сильным развитием мускулатуры и скелета, очень слабым развитием жира; у них мужской тип терминального волосяного покрова, таз мужского строения, мужские черты лица и т. п.

2. Субатлетический тип, или «настоящий женственный тип конституции при атлетическом строении тела», — это высокие стройные женщины крепкого сложения при умеренном развитии мускулатуры и жира.

3. Эурипластический тип — «тип тучной атлетички», т. е. отмечается сильное развитие жира при выраженных особенностях атлетического типа в строении скелета и мускулатуры.

При диагностике детских конституций используются или схемы, предназначенные для взрослых, если специально не оговаривается невозможность их применения для оценки конституции детей, или специальные схемы, разработанные для детей. Одни специалисты считают, что эту диагностику можно проводить уже у новорожденных, другие полагают, что подобная оценка возможна значительно позднее.

Так, в СССР широко применяется схема В. Г. Штефко и А. Д. Островского (1929), пригодная для классификации и взрослых. В ней описаны нормальные конституциональные типы; соматические типы, обнаруживающие задержки роста и развития, и патологические конституциональные типы.

Среди нормальных типов выделяются:

1) торакальный — с сильным развитием грудной клетки в длину, небольшим животом, большой жизненной емкостью легких и развитием тех частей лица, которые принимают непосредственное участие в дыхании;

2) дигестивный — с развитой нижней третью лица, расходящимися ветвями нижней челюсти и с лицом формы усеченной пирамиды, короткой шеей; грудная клетка широкая и короткая, живот сильно развит, с выраженными жировыми складками, надчревный угол тупой;

3) абдоминальный тип отличается от предыдущего значительным развитием живота при малой грудной клетке, но жировой слой развит умеренно; в настоящее время встречается очень редко;

4) мышечный тип характеризуется лицом квадратной или округлой формы, развитым равномерно туловищем, средним надчревным углом, плечами широкими и высокими; грудная клетка средней длины, резко выражены контуры мышц;

5) астеноидный тип — с тонким скелетом и длинными нижними конечностями, узкой грудной клеткой, острым надчревным углом, слабо развитым животом;

6) неопределенный — по набору признаков нельзя отнести к какому-либо из перечисленных выше типов.



Кроме принятых в нашей стране конституциональных схем, существовали и существуют множество иных. Из старых схем наибольшей известностью пользуется классификация Сиго, Шайю и Мак-Олифа, которые исходили из того, что конституция представляет результат прямого воздействия внешней среды на организм. В силу этого воздействия образуются определенные связи между системами органов, которые преимущественно развиты у представителей данных конституций. Лицо, по их мнению, — зеркало конституции.

1. Дыхательный (респираторный) — с уплощенной грудной клеткой, слабо развитой мускулатурой, острым надчревым углом, небольшим, ромбовидной формы развитым носом, орбиты на значительном удалении друг от друга, шея узкая и длинная, выступ гортани («кадык») выдается вперед. Ширина плеч большая, конечности длинные. Этот тип формируется в раннем возрасте и сохраняется без изменений в течение всей жизни. Встречается в двух формах: с широкой и узкой средней частью лица.

2. Пищеварительный (дигестивный) — с сильным развитием живота и пищеварительного аппарата, сильно развитым жировым слоем, мощными челюстями, длинным и цилиндрическим туловищем, короткой и широкой грудной клеткой, тупым надчревым углом. Лицо типа пирамиды с основанием, расположенным внизу, лоб узкий и небольшой, глаза небольшие, нос незначительно развит, рот большой. Шея короткая, с развитым жировым слоем. Плечи очень широкие, конечности короткие, без выраженного мускульного рельефа. Этот тип также развивается в раннем возрасте.

3. Мускулярный — с сильным развитием мускулатуры, мощным мышечным рельефом, длинными конечностями. Надчревы угол близок к прямому. Лицо прямоугольное или квадратное, лоб средний, нос средневысокий и среднеширокий, умеренно выступающий. Шея широкая, туловище цилиндрическое, плечи широкие. Проявляется сравнительно поздно. Тип греческой красоты.

4. Церебральный — с развитым мозговым черепом, худым телом, короткими конечностями, с уменьшенными размерами туловища, тонкой и плоской грудной клеткой. Форма лица напоминает пирамиду с вершиной, расположенной внизу, лоб высокий и широкий, глаза большие, нос средний или небольшой. Шея короткая. Формируется к концу периода полового созревания.

Схема эта неоднократно подвергалась критике, в частности за полное игнорирование генетических моментов, отсутствие объединяющего начала и т. п.

В отличие от Сиго, Шайю и Мак-Олифа, Кречмер выделил три основных типа.

Пикнический — с короткой, глубокой, выпуклой грудной клеткой, тупым надчревым углом, мягкими округлыми формами вследствие выраженного развития подкожного жира, относительно короткими конечностями, с короткой и широкой кистью и стопой, относительно большой и округлой головой, уплощенным теменным контуром, короткой массивной шеей, широким лицом с мягкими контурами, слабо выраженным профилем, с мягкими волосами, склонностью к облысению.

Атлетический — характеризуется широким, сильным плечевым поясом при трапециевидной форме туловища, с относительно узким тазом, мощным, пластичным мышечным рельефом, с грубым строением костей, сильными конечностями, большими стопами и кистями, головой удлиненной формы с сильной шеей и хорошо выраженной трапециевидной мышцей, грубыми резкими чертами лица, густыми волосами.

Астенический — с плоской и длинной грудной клеткой, острым надчревым углом и относительно широким тазом, худым телом со слабым развитием подкожного жира, с длинными тонкими конечностями, узкими стопами и кистями, с относительно небольшой головой на длинной и узкой шее, узким лицом укороченно-яйцевидной формы, острым узким носом, жесткими волосами на голове.

К числу существенных недостатков приведенной схемы, кроме недооценки влияния средовых и социальных факторов, относится и то обстоятельство, что Кречмер считал возможным классифицировать всех индивидов в рамках трех дискретных типов, в то время как большая часть людей не может быть отнесена к этим крайним вариантам.

По мнению американского исследователя С. Шелдона, в реально существующих популяциях надо изучать не дискретные типы, а непрерывно распределенные компоненты телосложения, которых выделено три: эндоморфный, мезоморфный и эктоморфный соответственно зародышевым листкам — эндо-, мезо- и эктодерме. Степень выраженности компонентов различна у разных индивидов и может быть оценена по семибалльной системе (7—1). Максимально возможному баллу (7) соответствует и максимальная степень выраженности компо-



нента. Описание соматического типа производится тремя цифрами. Если, например, исследователь пишет 7—1—1, то это означает, что у этого индивида крайняя степень выраженности эндоморфного компонента (т. е. ему свойственна округло-шарообразная форма, сильное развитие жира, слабое развитие мускулатуры, крупные внутренности) при очень слабой степени выраженности мезоморфного и эктоморфного компонентов (описание мезоморфии приближенно соответствует описанию мускульного типа, эктоморфии — описанию астенического типа). Крайние варианты представлены редко, чаще встречаются соматотипы 3—5—2, 4—3—3 и 3—4—4. Представляется возможным выделить 343 комбинации баллов, однако большая часть их не встречается, и, по данным Шелдона, сумма трех баллов не должна превышать 12 и не может быть менее 9, хотя теоретические возможны комбинации 777 или 111. Реально в популяциях представлено 76 комбинаций (соматотипов). Точная характеристика соматотипа основана на:

а) описательной оценке по фотографиям;

б) численной оценке, основанной на учете индекса  $DT/\sqrt[3]{V}$ , где

DT — длина тела, V — вес тела, и сравнении этого индекса с вероятным соматотипом по данным описательной оценки;

в) учете 17 измерений по фотографиям и их последующей оценке по особым таблицам.

Надежным определение соматотипа считается в том случае, если данные оценок по всем ступеням совпадают в большей или меньшей степени, при этом наибольшее значение имеют измерения, выполненные на фотографиях.

Система эта весьма сложна и требует известного навыка в ее применении. В основном схема Шелдона используется исследователями англо-американской школы.

Американские антропологи Б. Хит и Л. Картер предложили модификацию метода Шелдона. Шкалы баллов, описывающих выраженность компонентов, должны быть открыты с обеих сторон для того, чтобы учитывать больший размах вариаций, чем это предусмотрено семи-балльной шкалой Шелдона. Шкала оценочных баллов теоретически начинается с нуля и не имеет произвольной конечной точки. Поскольку на практике исследователь не сталкивается с оценкой, меньшей 0,5 балла, дробление целого балла оценок развития компонентов на меньшие значения нецелесообразно. Половинными баллами компоненты оцениваются на основании соответствующих визуальных критериев и антропометрических измерений, при этом соответствующие шкалы и таблицы приложимы для обоих полов во всех возрастах. Для определения соматотипа по этому методу необходима стандартная фотография, бланк оценки соматотипа с тремя шкалами для характеристики развития компонентов и таблица, связывающая распределение соматотипов и росто-весовой индекс.

Иногда при определении типов женской конституции используются (главным образом зарубежными специалистами) схемы Бауэра и Шкерли, в основу которых положены локализация и распределение подкожного жира.

Конституциональные типы в схеме Шкерли приравниваются к векторам. Первый вектор характеризует равномерное распределение подкожного жира по поверхности тела, степень развития его может быть различной (L — худые женщины, слабое развитие жира; N — нормальные женщины со средней степенью развития подкожного жира; R — сильное развитие жира — «рубенсовский тип»). Вторым вектор



описывает типы с неравномерной локализацией жира и позволяет дифференцировать формы с преимущественным развитием жира в верхней части тела (вариант *S*) и в нижней части (вариант *I*). Третьим вектор дает возможность различать типы с неравномерным развитием жира на туловище и конечностях (типы *Tr* и *Ex*). Дополнительные векторы позволяют охарактеризовать избыточное жировое отложение на отдельных участках тела: на груди, бедрах, ягодицах.

Врачи часто используют классификацию, предложенную Черноруцким, также включающую три типа.

1. Гиперстеники — массивные, хорошо упитанные люди, характеризующиеся относительно длинным туловищем и короткими конечностями.

2. Нормостеники — с нормальным средним развитием костной и мышечной системы, умеренным жировым отложением.

3. Астеники — с узкой грудной клеткой, слабым жировым отложением, слабой мускулатурой, узкими костями.

Кроме перечисленных выше конституциональных схем зарубежными исследователями предложены новые. Так, Конрад в основу схемы положил «ростовой принцип», с помощью которого можно характеризовать изменения пропорций в период онтогенеза. К первичным вариантам принадлежат пикноморфы (консервативный тип) и лептоморфы (пропульсивный тип). Эти типы различаются по физиологическим особенностям: кровяному давлению, характеристикам дыхания, энергетическим и обменным характеристикам и т. п. Промежуточное положение занимает метроморфный вариант. Принцип, с помощью которого выделен атлетический тип, является иным и должен учитывать гипер- и гипоплазию тканей и органов. Противоположный по отношению к атлетическому (гиперпластический тип) полюс занимает астенический (гипопластический) вариант в понимании Штиллера. Гипопластический вариант является консервативным, гиперпластический — пропульсивным. Выделен также промежуточный метропластический тип. Конституциональные аномалии гормонального происхождения выделяются Конрадом в группу дисплазий, ряд аномалий (хондродистрофия, наносомия, арахнодактилия) носит общее название дисморфий.

Кнуссман предложил выделить следующие конституциональные варианты.

#### А. Основные (нормальные):

1. Лептосомия — пикноморфия.
2. Макросомия — микросомия.

#### Б. Вторичные (аномальные):

1. Плазии (субпатологические)
  - а) гиперплазия,
  - б) гипоплазия.
2. Дистипии (патологические)
  - а) дисплазии,
  - б) дисморфии.

Советскими исследователями В. П. Чтецовым, М. И. Уткиной и Н. Ю. Лутовиновой (1978, 1979) предложена классификационная схема для диагностики соматических типов при следующих исходных допущениях.



Таблица V.6

Нормативная таблица для перевода измерительных признаков в баллы (мужчины 17—55 лет)

Признак		Баллы						
		1	2	2,5	3	3,5	4	5
		$-3\sigma \leftarrow$	$-2\sigma \leftarrow$	$-0,67\sigma \leftarrow$	$M \pm 0,22\sigma$	$\rightarrow +0,67\sigma$	$\rightarrow +2\sigma$	$\rightarrow +3\sigma$
	Длина тела, см	152,0←	158,3←	166,7←	169,5—172,3	→175,2	→183,5	→189,9
	Вес тела, кг	44,4←	53,1←	64,5←	68,4—72,2	→76,1	→87,6	→96,2
Жир	Жировая складка, мм: спины]	2,2←	3,6←	7,2←	9,0 — 11,3	→14,2	→28,1	→46,9
	плеча	2,3←	3,5←	6,2←	7,5 — 9,0	→10,9	→19,1	→29,1
	живота	1,9←	3,3←	7,0←	9,1 — 11,7	→15,1	→32,2	→57,1
	бедра	2,1←	3,5←	6,8←	8,5 — 10,7	→13,4	→26,3	→43,6
	средняя	2,1←	3,3←	5,8←	7,0 — 8,5	→10,3	→18,1	→27,8
	Жир, кг (по Матейке)	2,62←	4,08←	7,36←	8,99—10,91	→13,32	→24,45	→37,42
Мышцы	Обхват предплечья, мм	219←	238←	263←	271—279	→288	→312	→331
	Обхват голени, мм	297←	321←	352←	363—373	→384	→415	→439
	Динамометрия, кг: правой кисти	22←	31←	43←	47—51	→55	→67	→76
	левой кисти	18←	27←	39←	43—47	→51	→63	→72
	становая	53←	84←	125←	138—152	→166	→206	→237
	Мышцы, кг (по Матейке)	20,91←	25,00←	30,44←	32,28—34,08	→35,92	→41,36	→45,45
Кость	Диаметр запястья, мм	48←	51←	57←	58—60	→62	→67	→71
	Диаметр лодыжек, мм	62←	66←	71←	73—75	→77	→82	→86
	Обхват запястья, мм	145←	155←	169←	173—178	→182	→196	→206
	Обхват над лодыжками, мм	190←	203←	221←	228—234	→240	→258	→271
	Диаметр плеч, мм	335←	354←	380←	388—397	→405	→431	→450
	Диаметр таза, мм	238←	254←	276←	283—290	→298	→320	→336
	Поперечный диаметр грудной клетки, мм	221←	238←	260←	268—275	→283	→305	→322
	Передне-задний диаметр грудной клетки, мм	144←	161←	184←	191—199	→207	→229	→246
	Обхват груди, мм	749←	810←	891←	918—945	→972	→1052	→1113
	Обхват ягодиц, мм	795←	848←	919←	943—966	→990	→1061	→1114

Таблица V.7

Возможные сочетания баллов развития основных компонентов веса тела у разных соматотипов I. Основные компоненты веса тела



**Возможные сочетания баллов развития основных компонентов веса тела у разных соматотипов I. Основные компоненты веса тела**

65



Компоненты		Баллы																								
Жир		1					2					3					4					5				
Мышцы		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Кость		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
		мускульно-грудной																								
5		1					2					3					4					5				
		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
4		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
		мускульно-грудной																								
3		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
		мускульно-грудной																								
2		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
		мускульно-грудной																								
1		астенический					грудной					грудной					грудной					грудной				
		ширококостный					грацильный					грацильный					грацильный					ширококостный				
		грудной широко-					грудно-мускульный					грудно-мускульный					грудно-мускульный					мускульно-грудной				
		костный																								
		мускульно-грудной																								

Возможные сочетания баллов развития основных компонентов веса тела у разных соматотипов I. Основные компоненты веса тела

Таблица V.7



1. Схема должна быть простой и доступной в практической работе, и поэтому общее число основных и промежуточных типов (без учета микро- и макровариантов) не должно превышать 15—20.
2. Набор признаков, используемых для выделения соматотипов, также необходимо ограничить, чтобы он не превышал 20—25 измерительных признаков. Описательные (балловые) признаки в схему не включаются. Набор признаков характеризует развитие жировых, мышечных и костных компонентов веса тела у мужчин, костных и жировых у женщин.
3. Индексы при анализе соматотипов не применяются.
4. Признаки развития головы и лица не учитываются.

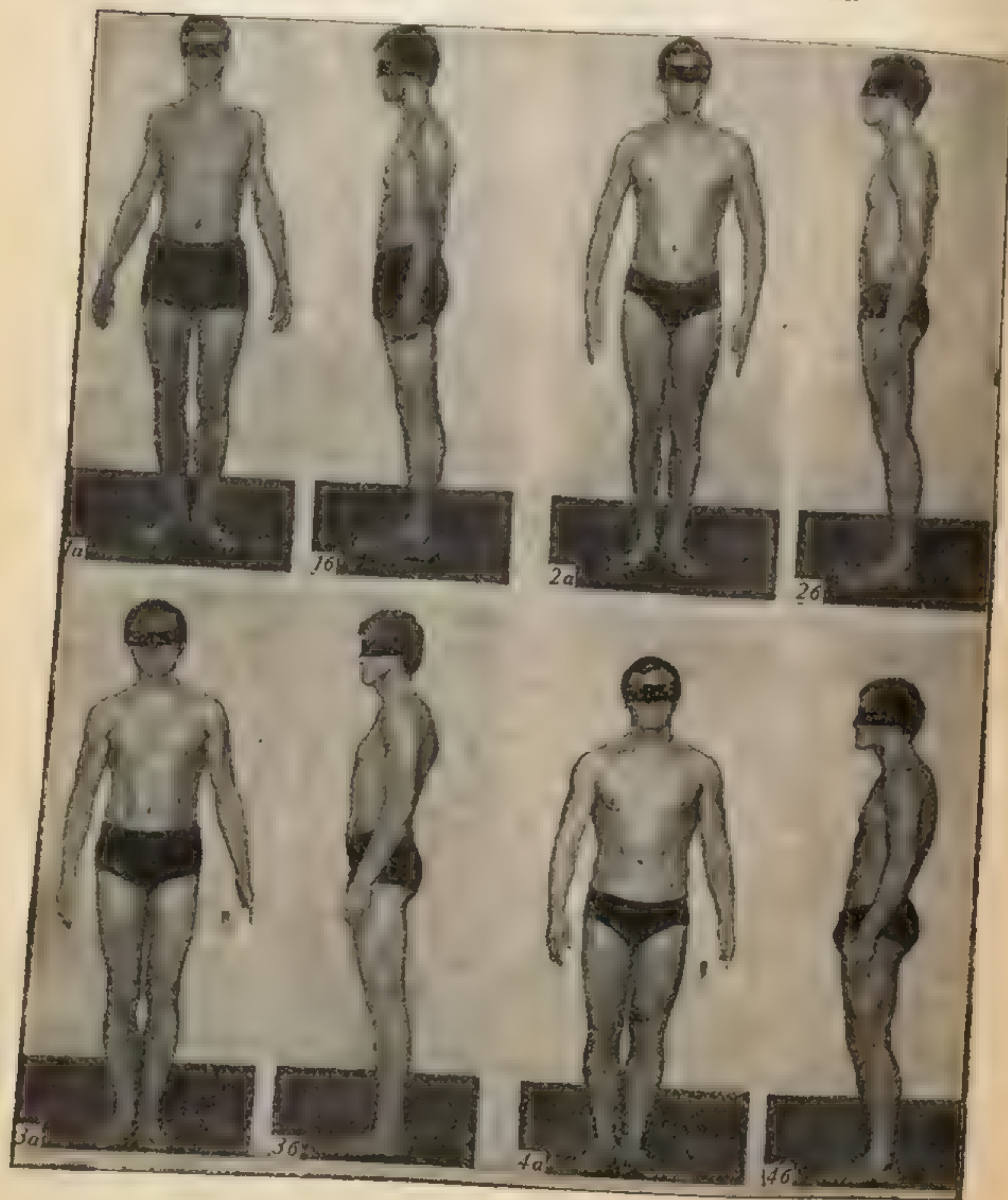
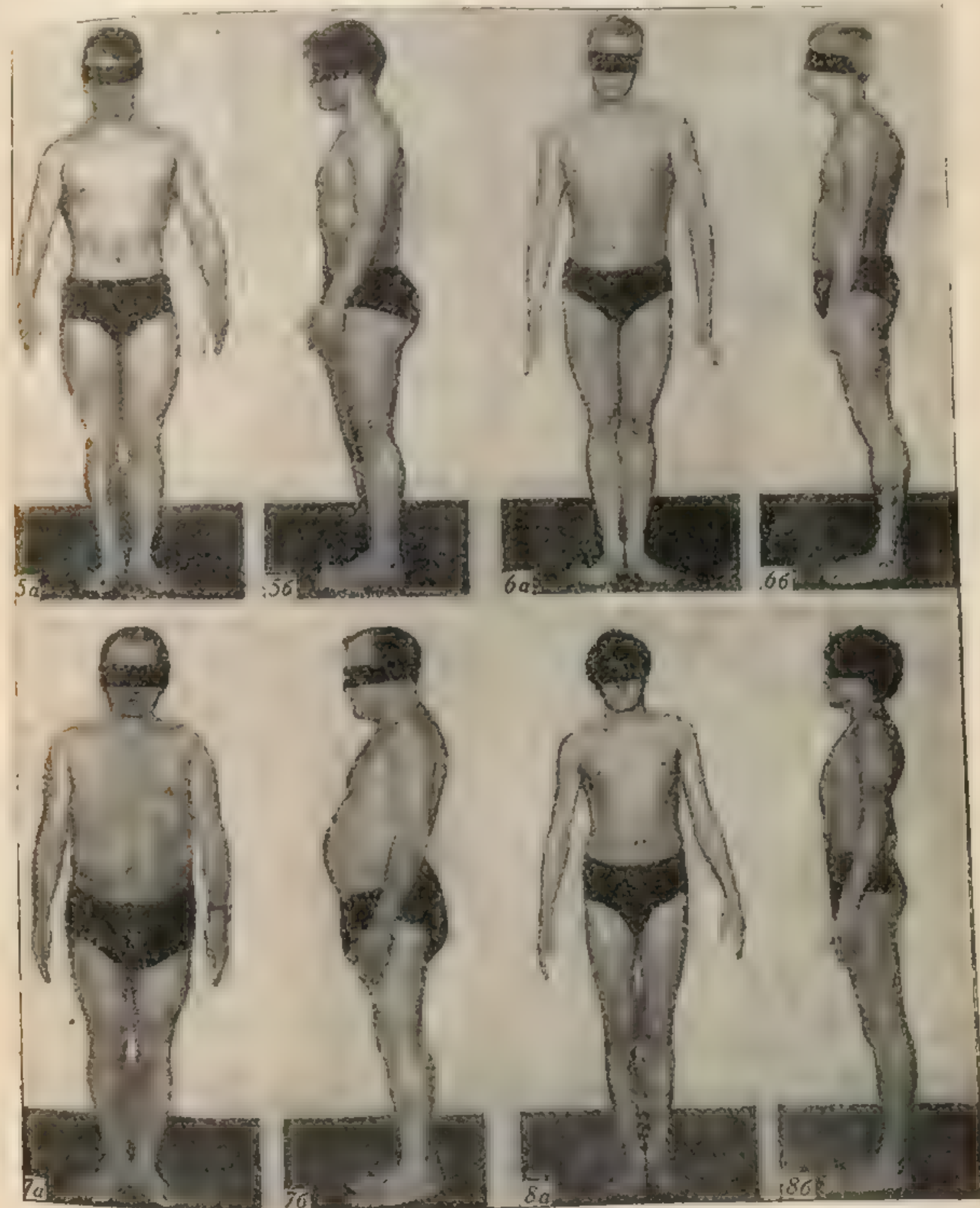


Рис. V.2. Соматотипы мужчин (по Чтецову, 1978):  
1 — грудной; 2 — грудно-мускульный; 3 — мускульно-грудной; 4 — мускульный;

5. Речь идет только о нормальных соматотипологических (конституциональных) вариантах, патологические типы должны учитываться отдельно. Выделяется также неопределенный тип.
  6. Фотографии при оценке соматического типа не обязательны.
  7. Комплексы признаков, характеризующие степень развития жировой, мышечной и костной тканей, имеют более или менее равную значимость в конституциональной диагностике.
- При отборе признаков соматотипологической диагностики прежде всего учитывали реальность различий соответствующих признаков у «чистых» конституциональных типов, коэффициенты корреляции между признаками, а также результаты многократного перебора различных



5 — мускульно-брюшной; 6 — брюшно-мускульный; 7 — брюшной; 8 — неопределенный



1. Схема должна быть простой и доступной в практической работе, и поэтому общее число основных и промежуточных типов (без учета микро- и макровариантов) не должно превышать 15—20.

2. Набор признаков, используемых для выделения соматотипов, также необходимо ограничить, чтобы он не превышал 20—25 измерительных признаков. Описательные (балловые) признаки в схему не включаются. Набор признаков характеризует развитие жировых, мышечных и костных компонентов веса тела у мужчин, костных и жировых у женщин.

3. Индексы при анализе соматотипов не применяются.

4. Признаки развития головы и лица не учитываются.

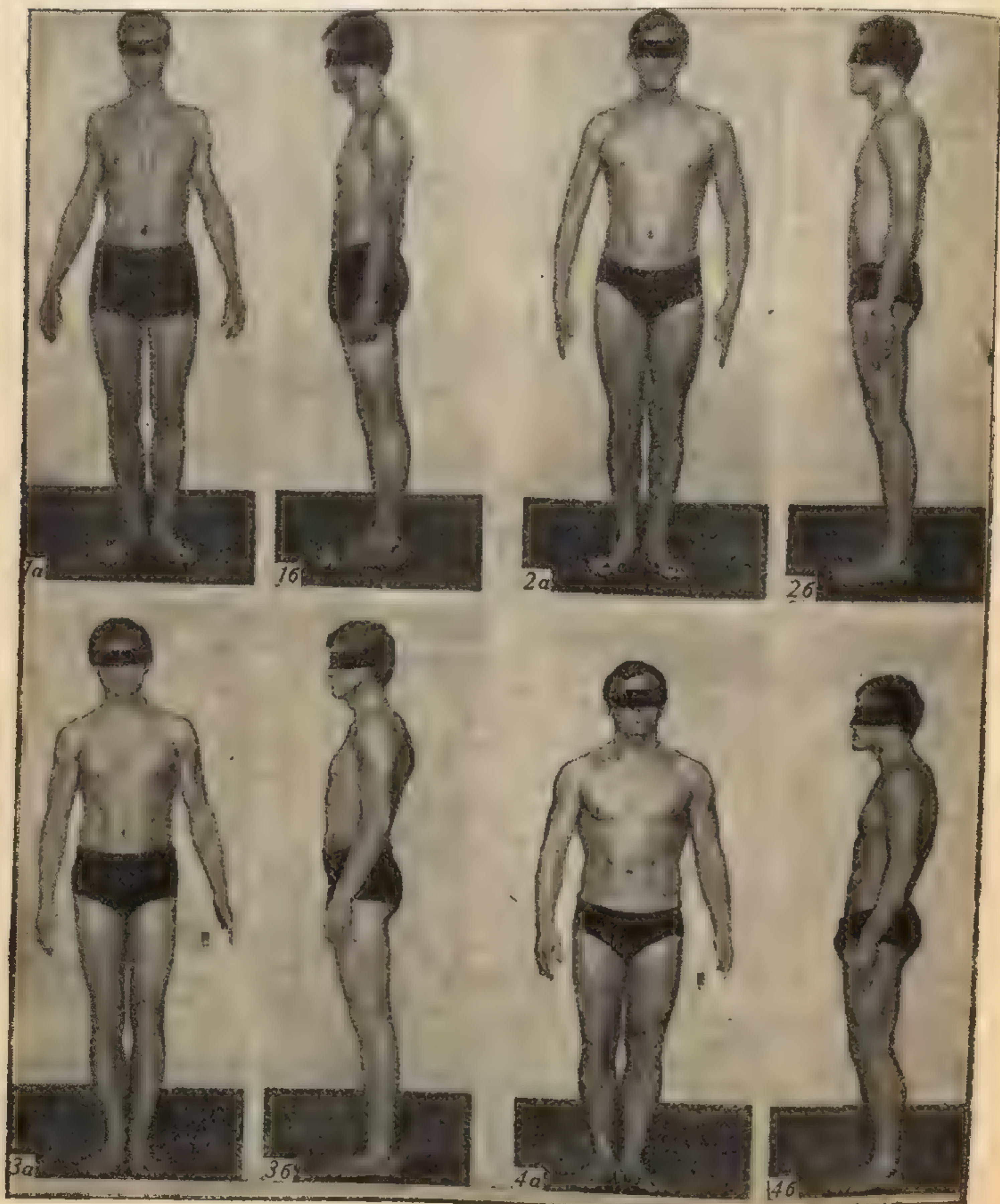


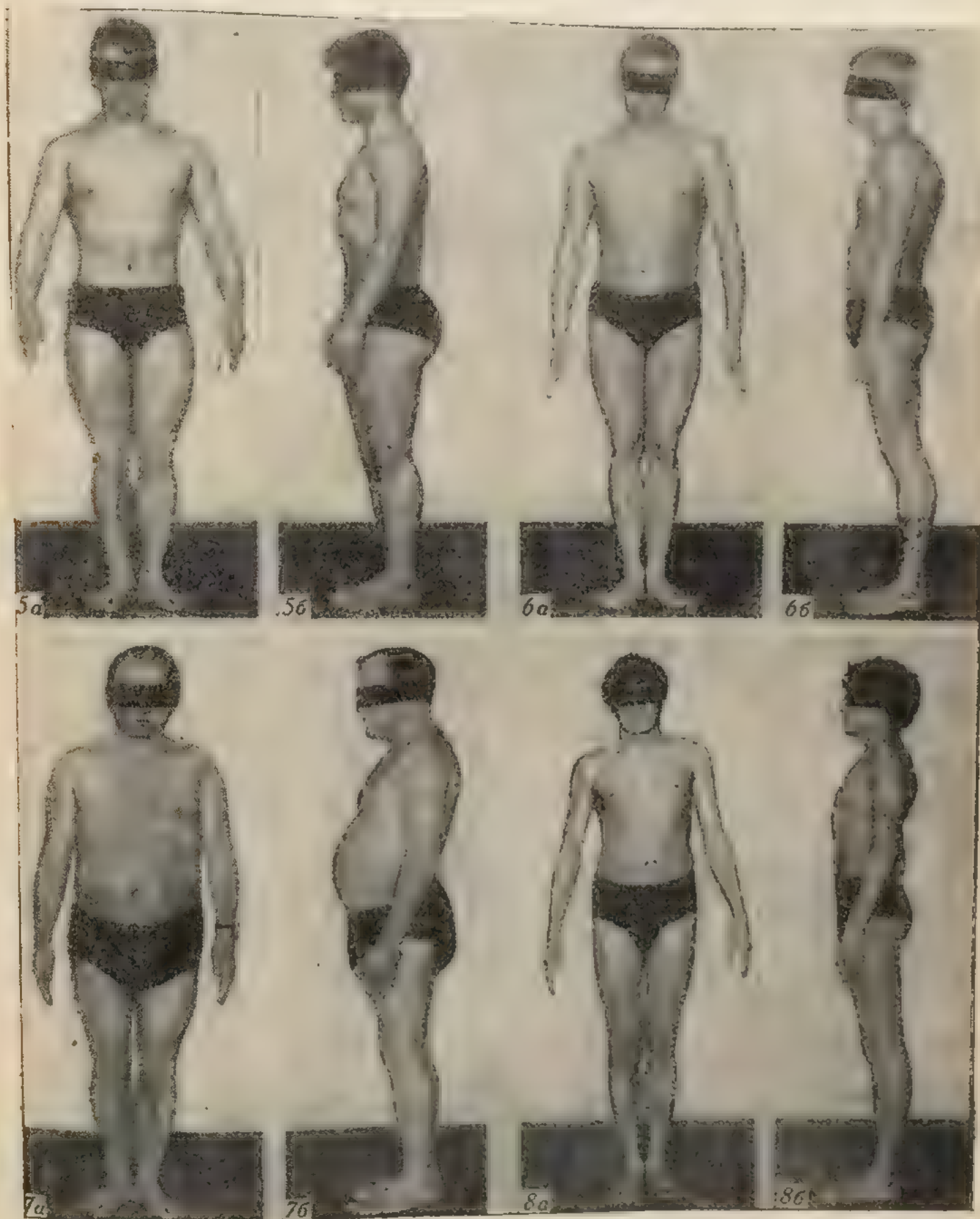
Рис. V.2. Соматотипы мужчин (по Чтецову, 1978):  
1 — грудной; 2 — грудно-мускульный; 3 — мускульно-грудной; 4 — мускульный;



5. Речь идет только о нормальных соматотипологических (конституциональных) вариантах, патологические типы должны учитываться отдельно. Выделяется также неопределенный тип.

6. Фотографии при оценке соматического типа не обязательны.  
7. Комплексы признаков, характеризующие степень развития жировой, мышечной и костной тканей, имеют более или менее равную значимость в конституциональной диагностике.

При отборе признаков соматотипологической диагностики прежде всего учитывали реальность различий соответствующих признаков у «чистых» конституциональных типов, коэффициенты корреляции между признаками, а также результаты многократного перебора различных



5 — мускульно-брюшной; 6 — брюшно-мускульный; 7 — брюшной; 8 — неопределенный



вариантов сочетаний признаков для наилучшего соответствия визуальной и фотографической диагностики и диагностики, основанной только на измерительных признаках, переведенных в баллы.

Для мужчин было использовано 16 основных и 6 дополнительных признаков (табл. V.6).

Была применена терминология, предложенная В. В. Бунаком и наиболее широко представленная в работах московской школы антропологов, касающихся конституций человека: грудной (Г), грудномускульный (Г—М), мускульно-грудной (М—Г), мускульный (М), мускульно-брюшной (М—Б), брюшно-мускульный (Б—М), брюшной (Б), грудно-брюшной (Г—Б), брюшно-грудной (Б—Г), неопределенный (Н) (табл. V.7, рис. V.2).

Признаки сгруппированы по категориям, характеризующим в основном развитие ткани. Вес и длина тела вынесены отдельно для общей характеристики и в результирующих оценках не учитываются. Баллы признаков, характеризующих развитие ткани (прямо или косвенно), суммируются, вычисляется средний балл, и этот балл служит основой для соответствующей оценки соматотипа индивида по табл. V.7. Границами баллов жира, мышц и кости в схеме взяты условно следующие значения: в категорию «балл 1» входят баллы до 1,59; «балл 2» — от 1,60 до 2,59 и т. д. В таблице даны определенные сочетания баллов развития основных компонентов веса тела, основанных на измерительных признаках, у представителей различных соматических типов.

В качестве дополнительных особенностей рекомендуется использовать сочетания признаков, упомянутых в нижней части табл. V.6, а именно: диаметра плеч и диаметра таза, передне-заднего и поперечного диаметров грудной клетки и обхватов груди и ягодиц. Определенные сочетания баллов этих признаков иногда уточняют основной диагноз. Были выделены следующие типы: астенический, характеризующийся крайне низкими степенями развития мышц, жира и кости; грудные (грациальный и ширококостный); мускульный, с мощным развитием мускулатуры и кости при слабом или среднем развитии жира; брюшной тип, которому свойственно слабое развитие мускулатуры и кости и сильное — жировой массы.

Кроме указанных типов как предельный вариант отмечен эуризомный, с максимальным развитием мышц, кости и жира. Соответствующее число промежуточных соматотипов также представлено на этой схеме. Неопределенный тип по данной схеме характеризуется слабым или средним развитием кости и мышц при средней выраженности жира. В таком понимании часть представителей неопределенного типа попадает в пограничную область между грудным и брюшным вариантами. Определение переходных соматотипов указывает на целесообразность применения приведенных выше дополнительных признаков, с помощью которых можно уточнить степень выраженности одного из элементов соматотипа, что может привести к более определенному его диагностированию.

Внесение принципа дискретности в схему в известной степени произвольно и диктуется только удобствами реального фенотипического классифицирования и отнюдь не служит свидетельством признания существующей дискретности распределения характеристик соматотипов. Это обстоятельство нужно оговорить особо, поскольку уточнение границ, пусть даже и условных, позволяющих дифференцировать типы, в любой реальной морфологической классификации совершенно необходимо.



Таблица V.8

Нормативная таблица для перевода измерительных признаков женщин в баллы

Признак		Длина тела, см													
		до 161,0							от 161,0						
		баллы													
		1	2	2,5	3	3,5	4	5	1	2	2,5	3	3,5	4	5
		-3σ	-2σ	-0,67σ	M ± 0,22σ	-0,67σ	+2σ	+3σ	-3σ	-2σ	-0,67σ	M ± 0,22	+0,67σ	+2σ	+3σ
Кость	Диаметр запястья, мм . . . . .	42←	45←	48←	50—51	→52	→56	→59	43←	46←	50←	51—52	→54	→58	→61
	Диаметр лодыжек, мм . . . . .	53←	56←	61←	62—63	→65	→69	→72	54←	58←	63←	65—67	→68	→73	→77
	Обхват запястья, мм . . . . .	132←	140←	150←	154—157	→161	→171	→179	136←	144←	154←	158—161	→164	→175	→182
	Обхват над лодыжками, мм . .	180←	192←	208←	213—219	→224	→240	→252	184←	199←	216←	222—228	→234	→252	→265
Жир	Жировая складка спины, мм . .	5,0←	7,2←	11,7←	13,8—16,2	→19,1	→31,2	→45,1	5,1←	7,3←	11,7←	13,7—16,0	→18,7	→29,9	→42,5
	Жировая складка плеча, мм . .	6,0←	8,2←	12,2←	13,9—15,9	→18,2	→27,0	→36,5	5,7←	7,7←	11,4←	13,0—14,8	→16,9	→25,0	→33,5
	Жировая складка живота, мм .	5,0←	7,5←	12,8←	15,3—18,3	→21,9	→37,5	→56,1	5,5←	7,9←	12,7←	15,0—17,5	→20,6	→33,2	→47,6
	Жировая складка бедра, мм . .	4,7←	7,0←	11,9←	14,2—17,0	→20,3	→34,5	→51,3	4,7←	7,0←	11,8←	14,1—16,8	→20,0	→33,9	→50,2
	Жировая складка средняя, мм .	5,0←	6,9←	10,4←	11,9—13,7	→15,7	→23,8	→32,5	5,5←	7,1←	10,0←	11,3—12,6	→14,2	→20,0	→25,9
	Жир, кг (по Матейке) . . . . .	4,8←	6,5←	10,2←	11,9—13,9	→16,2	→25,6	→36,1	5,5←	7,6←	11,4←	13,1—15,1	→17,3	→26,2	→35,8



В основу индивидуальной типологии женщин была положена упомянутая выше терминология И. Б. Галанта.

При построении нормативной таблицы для соматотипологической диагностики у женщин (табл. V.8) было использовано 10 измерительных признаков в отличие от 16 основных признаков у мужчин. Как и для мужской группы, был применен принцип разбиения распределения каждого отдельного признака на части по среднему квадратическому отклонению. Учтены отклоняющиеся от нормального распределения признаки, характеризующие жировой компонент.

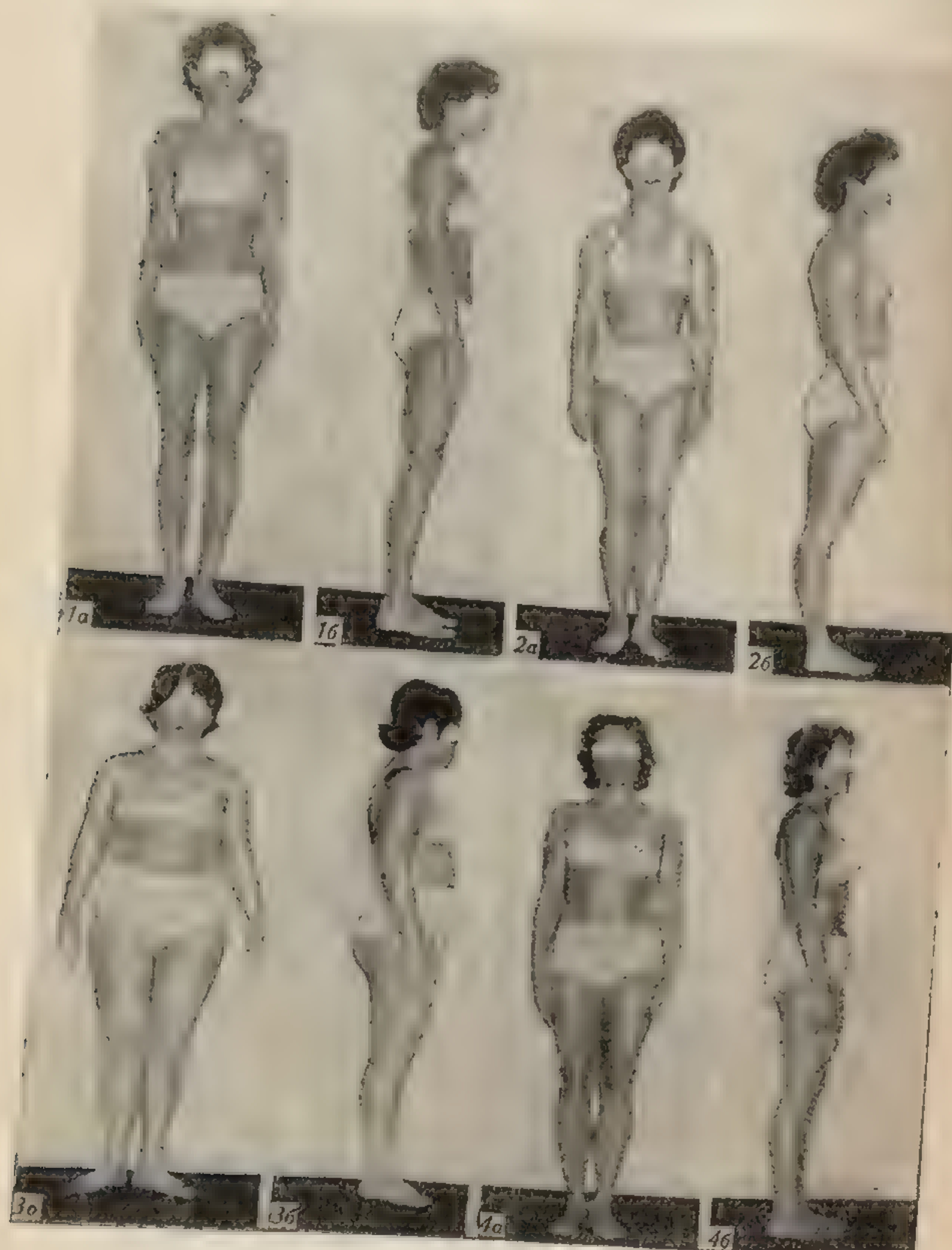
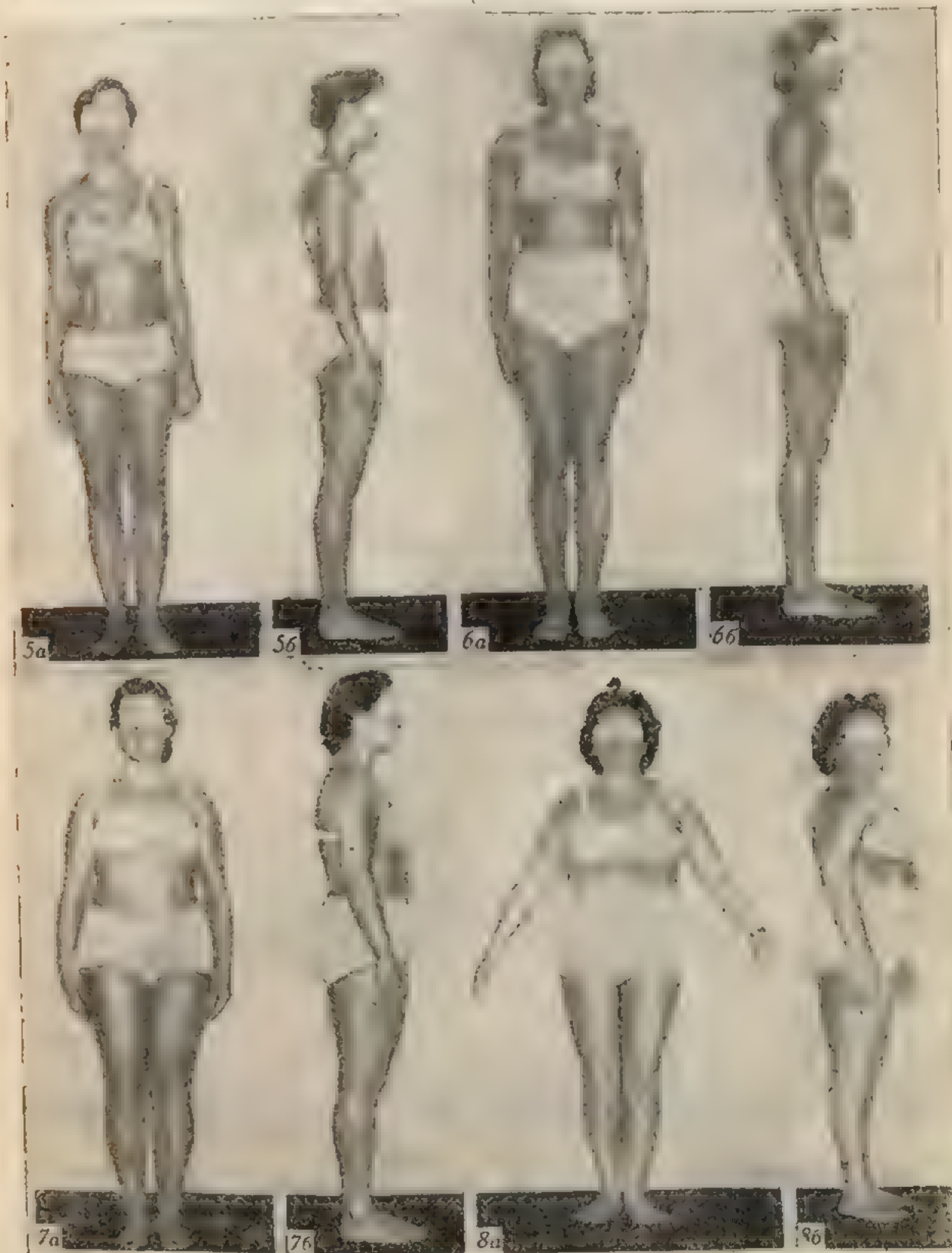


Рис. V.3. Соматотипы женщин (по Чтецову, 1979):  
1 — астенический; 2 — стенопластический; 3 — пикнический; 4 — мезопластический.

В женской схеме, в отличие от мужской, учтена длина тела и исключены оценки развития мышечной массы как недостаточно дискриминативные.

Как и в мужской выборке, признаки сгруппированы по категориям, характеризующим в основном развитие костной и жировой тканей. Баллы, соответствующие степени развития отдельных признаков, суммируются по указанным выше категориям, характеризующим развитие костной и жировой массы, вычисляются средние баллы для каждой категории. Эти последние являются основой для диагностики со-



ческий; 5 — субатлетический; 6 — атлетический; 7 — эурипластический; 8 — эурипластический.



В основу индивидуальной типологии женщин была положена упомянутая выше терминология И. Б. Галанта.

При построении нормативной таблицы для соматотипологической диагностики у женщин (табл. V.8) было использовано 10 измерительных признаков в отличие от 16 основных признаков у мужчин. Как и для мужской группы, был применен принцип разбиения распределения каждого отдельного признака на части по среднему квадратическому отклонению. Учтены отклоняющиеся от нормального распределения признаки, характеризующие жировой компонент.

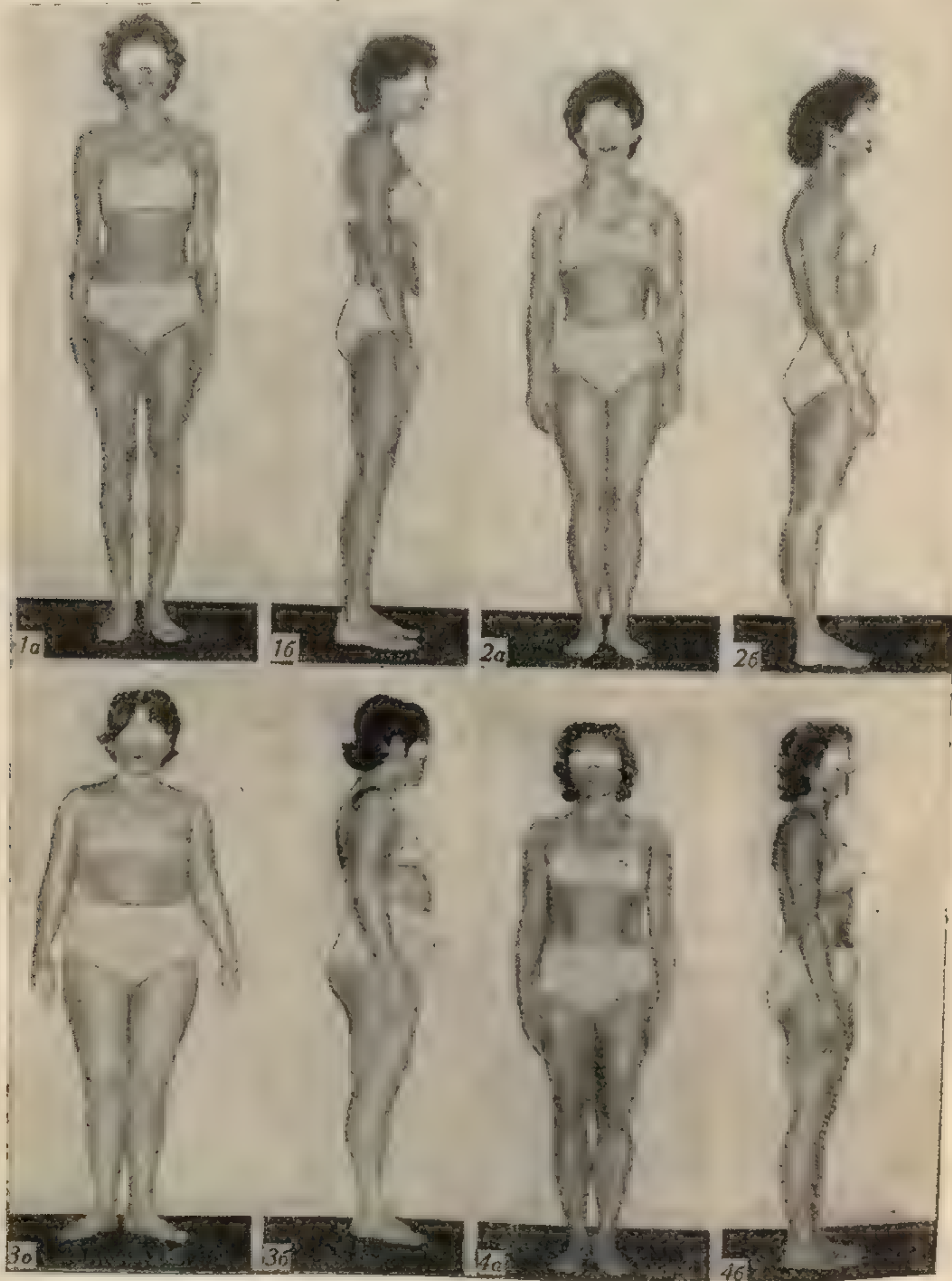


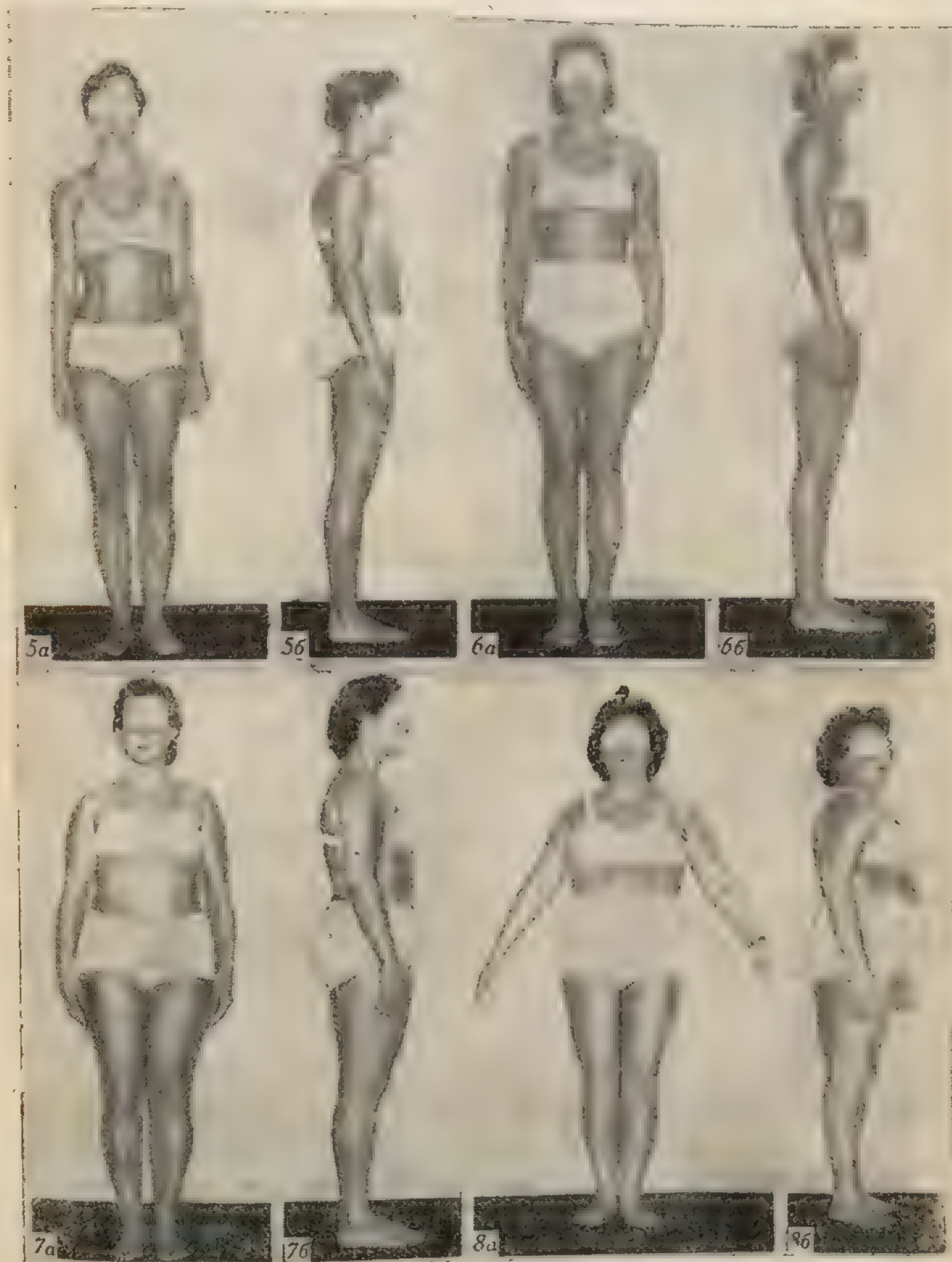
Рис. V.3. Соматотипы женщин (по Чтецову, 1979):  
1 — астенический; 2 — стенопластический; 3 — пикнический; 4 — мезопластический.



В женской схеме, в отличие от мужской, учтена длина тела и исключены оценки развития мышечной массы как недостаточно дискриминативные.

Как и в мужской выборке, признаки сгруппированы по категориям, характеризующим в основном развитие костной и жировой тканей.

Баллы, соответствующие степени развития отдельных признаков, суммируются по указанным выше категориям, характеризующим развитие костной и жировой массы, вычисляются средние баллы для каждой категории. Эти последние являются основой для диагностики со-



ческий; 5 — субатлетический; 6 — атлетический; 7 — эурипластический; 8 — эурипластический низкорослый



Таблица V.9

Возможные сочетания баллов у разных соматотипов женщин

Кость, баллы	Длина тела, см									
	до 161,0					от 161,0				
	жир, баллы									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	астенический	узкокостный	стенопластический	пикнический	астенический	узкокостный	субатлетический			
2										
3										
4		ширококостный	мезопластический	эурипластический (низкорослый)		ширококостный	атлетический	эурипластический		
5										

матического типа. Возможные варианты конкретной индивидуальной диагностики соматического типа представлены в табл. V.9, где даны определенные сочетания средних баллов развития компонентов, и на рис. V.3.

В дополнение предложенным И. Б. Галантом типам выделен низкорослый эурипластический вариант, а среди астенического варианта произведено разделение на узко- и ширококостный подтипы.

В отличие от мужской типологической схемы, в приводимой классификации практически отсутствуют промежуточные типы, что связано с большим, чем у мужчин, числом основных типов.

#### ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ТИПОВ

В течение онтогенеза индивидуальный соматотип претерпевает существенные изменения.

По данным некоторых авторов, частота объединенного лептосомного и лептосомно-атлетического типов существенно возрастает к периоду полового созревания, а после 15 лет наблюдается резкое падение кривой до 55 лет, после 55 лет вновь отмечается ее подъем. Частота объединенного пикнического и пикно-атлетического вариантов также увеличивается в интервале 5—15 лет, после чего следует падение кривой. Частота мезосомных и атлетических вариантов показывает меньшую возрастную вариабельность.

#### КОНСТИТУЦИЯ И РАСА

В учении о типах человеческой конституции было много извращений, ряд зарубежных ученых считали возможным подразделять индивидов в зависимости от их конституционального габитуса на полноценных и неполноценных.

Подобные попытки были подвергнуты критике со стороны многих специалистов, и было показано, что нельзя расценивать какую-либо конституцию как более здоровую и работоспособную.



Основное различие между расовыми и конституциональными признаками заключается в том, что расовые признаки связаны с определенной территорией, в то время как разные конституции представлены у самых разнообразных популяций земного шара, хотя частота встречаемости их различна (табл. V.10).

Таблица V.10  
Относительная частота встречаемости у мужчин различных соматотипов, определенных по схеме Бунака (по Смирновой, 1971), %

Тип телосложения	Русские Ярославской области	Русские Забайкалья	Таджики к. Чорку	Буряты Забайкалья	Ненцы с. Тарко-Сале
Грудной . . . . .	14,4	17,6	28,5	23,6	17,0
Мускульный . . . . .	37,7	29,7	20,6	15,0	32,1
Брюшной . . . . .	12,9	9,4	9,8	24,3	—

#### СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ТИПОВ

Ряд специалистов указывали на значительные различия в частоте встречаемости конституциональных типов у представителей разных профессий, и, хотя материалы разных авторов не всегда совпадают, все же можно отметить, что среди людей, связанных со значительными физическими нагрузками (слесари, разнорабочие и т. п.), повышен процент индивидов мускульного типа; в группах инженерно-конструкторских профессий и среди научных работников сравнительно высок процент грудного типа. У рабочих цехов горячей обработки металлов также повышен процент грудного, грудно-мускульного и грудно-брюшного типов.

#### КОНСТИТУЦИИ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В мировой литературе крайне мало данных по физиологическим особенностям отдельных типов конституции. Считается, что у мужчин наиболее высокий уровень окислительных процессов свойствен грудному и грудно-мускульному типам, если использовать схему и терминологию В. В. Бунака, низкий уровень — брюшному и брюшно-мускульному. У женщин наиболее высокий уровень окислительных процессов наблюдается у астенического и атлетического типов телосложения, низкий — у мезопластического и эурипластического. Скорость кровотока и длительность задержки дыхания у мужчин и женщин в разных конституциональных группах примерно одинаковы, т. е. не связаны с типом телосложения.

При изучении гормональных факторов формообразования было установлено, что в женских группах все фракции эстрогенов характеризуются более высокими показателями у представителей пикноморфного варианта по сравнению с астенормфным. Последнему типу, по видимому, в целом свойствен пониженный уровень экскреции половых стероидов. Так, у юношей грудного типа в среднем почти вдвое меньший показатель экскреции общих 17-кетостероидов по сравнению с их сверстниками, относящимися к мускульному типу. Девочки дигестивного типа в пубертатный период обнаруживают опережение темпа развития по всем признакам половой формулы по сравнению с астенормфным вариантом, т. е. им свойствен гипергонализм.



Систолическое давление у мужчин, равно как и содержание холестерина в сыворотке, у представителей брюшного типа значительно выше, чем у грудного и мускульного, причем это соотношение наблюдается у представителей разных этнотерриториальных групп.

#### СВЯЗЬ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Проблема соотношения психологических характеристик и особенностей телосложения наиболее детально разработана немецким ученым Кречмером и американским — Шелдоном. Понимая под характером сумму возможных реакций человека, в том числе проявления воли, аффекта, а также, включая в него интеллект и учитывая два типа темперамента: циклотимический и шизотимический, Кречмер поставил в соответствие особенности пикнической конституции с циклотимией<sup>1</sup>, а особенности астенической конституции — с шизотимией. При этом, по мнению Кречмера, связи особенностей конституции с психикой в крайней степени проявляются лишь у больных, у здоровых индивидов эта связь скрыта.

Учение Кречмера в свое время было подвергнуто резкой критике, в частности со стороны И. П. Павлова.

Более детальные материалы по этой проблеме, обработанные методами статистического анализа, представил Шелдон. Он учел особенности темперамента, обусловленные наследственными факторами, и определил зависимость между признаками строения тела и признаками темперамента, а также связь между типами темперамента и соматотипами. Им были обнаружены большие показатели связи между эндоморфией и висцеротонией (т. е. такими признаками темперамента, как любовь к комфорту, жажда похвалы, легкость в общении с людьми, общительность и мягкость, тяга к людям в тяжелую минуту); между мезоморфией и соматотонией (т. е. набором таких признаков, как любовь к приключениям, эмоциональная черствость, агрессивность и настойчивость в состоянии опьянения, тяга к действию в тяжелую минуту), а также между церебротонией и эктоморфией (церебротонию характеризуют такие особенности, как необщительность, скрытность, эмоциональная сдержанность, устойчивость к действию алкоголя, тяга к одиночеству в тяжелую минуту).

Были предложены разные теории, объясняющие связь между соматотипами и темпераментами. Согласно генетической теории гены, обуславливающие соматотипологические особенности, определяют также и темперамент. Согласно другой теории еще в детском возрасте индивид осознает свои конституциональные преимущества и в дальнейшем развитии реализует их.

В разное время разными авторами получены результаты, как подтверждающие, так и опровергающие данные Кречмера и Шелдона. Было, например, показано, что индивиды с выраженными мезоморфными особенностями более активны, энергичны и с более развитыми пространственными способностями по сравнению с другими типами. Карьеру кадрового военного чаще выбирают индивиды с мезоморфическими особенностями, в то время как на исторический и филологический факультеты университетов чаще поступают эктоморфы (Таннер).

<sup>1</sup> Циклотимия — набор таких психологических свойств, как добродушие, мягкость, практический склад ума. Шизотимия — такие качества, как замкнутость, склонность к теоретическому мышлению, формальный подход к оценке событий и т. п.



Было обращено внимание на то обстоятельство, что нельзя любое из психических свойств личности соотносить с телесными особенностями, ибо такого рода подход не может быть принят в психологии. В индивидуально-психических свойствах личности следует различать две стороны: динамическую и содержательную. В основе последней лежат сложнейшие системы условнорефлекторных связей, которые образуются в индивидуальном опыте личности, и поэтому нельзя, например, устанавливать связь между «нежностью» тканей и уровнем словарного запаса у человека. Динамическая же сторона зависит не только и не столько от индивидуального опыта личности, сколько от врожденных индивидуально-типологических особенностей типа высшей нервной деятельности. Эти качества и должны сопоставляться с телесными особенностями (В. М. Русалов).

Исследования, касающиеся зависимостей между психологическими свойствами и соматотипами, подвергались критике также за случайный выбор признаков, характеризующих телосложение, за малую надежность тестов, используемых психологами, и глобальную оценку психологических свойств, неучет некоторых связей и т. п., но в целом, однако, реальность различий между атлетическим и церебральным типами по психологическим свойствам можно считать установленной. Так, церебральному типу свойственна большая тормозимость коры головного мозга при устойчивости подкорковых центров, а у астенического типа наблюдается большая истощаемость не только коры, но и подкорковых центров (А. А. Малиновский, Я. Я. Рогинский). Определенные морфологические типы отнюдь не могут быть интерпретированы как «высшие» или «низшие» по сравнению друг с другом. То же самое следует сказать и о психофизиологических свойствах обоих типов. Высокой социальной ценностью могут обладать очень различные типы нервной деятельности, в том числе и «слабый» (Я. Я. Рогинский). Необходимо также учитывать, что найденные зависимости, хотя они достаточно обоснованы, верны лишь статистически и потому «не могут обеспечить надежных прогнозов поведения отдельных людей... Отсутствие строгого детерминизма в намеченных ... связях между строением тела и характером открывает перед каждым пути к вечному новому и непредвиденным проявлениям своих наследственных задатков... Знание типических природных свойств и умение в них проникнуть облегчают поиски таких путей» (Рогинский, 1972).

## КОНСТИТУЦИИ И СПОРТ

Применение схем, разработанных для характеристики и описания обычных групп, к анализу распределения соматотипов у некоторых спортивных специализаций наталкивается на известные затруднения, поскольку у спортсменов отдельных видов спорта наблюдаются сочетания признаков и особенностей, не предусмотренные обычными схемами (например, у тяжелоатлетов тяжелого веса и баскетболистов). Представители же других спортивных специализаций (например, фехтовальщики) могут быть описаны и в рамках широко распространенных схем.

Так, исходя из схемы В. В. Бунака, Н. Ю. Лутовинова и М. И. Уткина установили следующее процентное распределение типов у борцов и тяжеловесов разных весовых категорий: у борцов легкого веса мускульный тип представлен в 26%, грудно-мускульный — в 22%, мускульно-грудной — в 18%; у борцов среднего веса мускульный тип наблюдается в 31% и мускульно-брюшной — в 27%; у борцов тяже-



лого веса — мускульный тип в 44%, мускульно-брюшной — в 31%, а брюшно-мускульный в 19%. У тяжелоатлетов легкого веса мускульный вариант представлен в 40%, мускульно-брюшной — в 20%; у тяжелоатлетов среднего веса — мускульный в 41%, мускульно-брюшной — в 24%; у тяжелоатлетов тяжелого веса — брюшной в 32%, брюшно-мускульный — в 26% и мускульно-брюшной — в 23%, т. е. во всех случаях констатируется распределение, существенно отличающееся от распределения соматических типов в обычных группах населения. Применение к анализу соматических типов борцов схемы Шелдона дало возможность установить, что по сравнению с спортсменами борцы характеризуются выраженной мезоморфией: так, степень выраженности мускульного компонента у борцов легчайшего, полутяжелого и тяжелого веса — 4—5 баллами; у борцов среднего, полутяжелого и тяжелого веса — 5—6 и реже 7 баллам, наиболее изменчивым компонентом оказалась эндоморфия: у борцов первых пяти весовых категорий степень выраженности данного компонента оценивается 1—2 баллами, у борцов последних трех категорий — 3—4 баллами, элементы эктоморфии у борцов почти не выражены.

У легкоатлетов, диагностика соматических типов которых также была проведена по схеме В. В. Бунака, было констатировано следующее распределение: большинству свойствен мускульный конституциональный тип (у спринтеров — в 84%, у бегунов на средние дистанции — 67, у метателей — 61, у стайеров — около 40% случаев). Мускульно-грудной тип у стайеров отмечен в 42%, у спринтеров только в 17,4 мускульно-брюшной тип свойствен только метателям — 35%. Представители остальных чистых и смешанных типов у легкоатлетов почти не представлены.

У баскетболистов преобладающими вариантами являются грудной (25%) и грудно-мускульный типы (20%), остальные относились к неопределенному типу. Что же касается женщин-баскетболисток, то, по схеме Галанта, 22% из них также относятся к обобщенному лептосомному варианту, 16 к мезосомному и свыше 58% к мегалосомным вариантам, т. е. обнаруживают такое сочетание вариантов, которого нельзя обнаружить в обычных группах женского населения. Волейболисты характеризуются сочетанием компонентов 353 по системе Шелдона; у футболистов встречаются представители разных конституциональных типов, чаще отмечаются соматотипы 353 или 262. У хоккеистов наименьшая степень выраженности эндоморфного компонента отмечена у нападающих — 2,33, если оценку соматических типов проводить по модифицированному методу Хит—Картера. У защитников и вратарей степень выраженности этого компонента больше. Мезоморфный компонент выражен лучше у защитников и нападающих по сравнению с вратарями, у защитников слабее выражен эктоморфный компонент. Обобщенная характеристика соматического типа нападающих: 2,5—6,0—2,0; защитников — 3,0—6,0—1,5; вратарей — 3,0—5,5—2,0.

У гимнастов подавляющее большинство исследованных спортсменов относится к мускульному и грудно-мускульному типам (65%), остальные — к неопределенному типу. Что же касается гимнасток, то, по схеме Галанта, наблюдается следующее распределение: лептосомный тип — 30%, мезосомный — 33,5 и мегалосомный вариант — 34%.

Пловцы характеризуются хорошо развитым и сравнительно однородно распределенным по поверхности тела подкожно-жировым слоем, у них отмечается явная выраженность эндоморфного компонента.

Таким образом, представителям многих спортивных специализаций



свойственно свое, отличное от представителей других специализаций и от обычных групп населения распределение вариантов соматотипов с выраженным преобладанием одного из них. Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что соматический тип является «селективным фактором» в разных видах спорта. С увеличением мастерства и уровня спортивных достижений размах вариаций соматических типов сужается и они становятся более однородными и специализированными. В некоторых видах спорта обнаруживаются сходные распределения соматотипов.

Внешние изменения морфофункциональной структуры выражены тем в большей степени, чем более высоких результатов достиг спортсмен в избранном виде спорта. Единой точки зрения на причины, обуславливающие морфологические и, следовательно, конституциональные различия у спортсменов разных специализаций, нет. Одни исследователи видят причины этих различий во влиянии спортивных упражнений, другие — в отборе, если понимать под спортивным отбором разновидность профессионального отбора, связанного с отсевом индивидов, не способных к выполнению упражнений по данной спортивной дисциплине, третьи — в совместном действии указанных факторов. Представляется, что более правы те, кто указывает на совместное влияние специфических спортивных упражнений и отбора. Воздействие этих факторов на конституциональный тип на разных возрастных этапах, видимо, неодинаково.



## ЧАСТНАЯ МОРФОЛОГИЯ

### ГЛАВА VI

## ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

### КОСТИ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ)

Опорно-двигательный аппарат — это единая функциональная система костей, их соединений и мышц. Различают активную и пассивную части двигательного аппарата. К активной относятся мышцы, к пассивной — кости и их соединения, образующие вместе скелет человека. В теле человека насчитывается более 200 костей. Они образуют плотную основу тела — скелет, в состав которого входят также связочные и хрящевые соединения, суставы и околосуставные ткани, а также расположенный в толще костей красный и желтый костный мозг. Вес скелета составляет у новорожденного около 11% веса тела, у детей разного возраста — от 9 до 18%. У взрослых отношение веса скелета к весу тела до определенного возраста сохраняется на уровне 20%, затем наблюдается прогрессирующая убыль костного вещества (остеопороз).

Выделяют следующие отделы скелета: осевой скелет — позвоночник и грудная клетка; скелет верхней конечности — кости плечевого пояса и свободной верхней конечности; скелет нижней конечности — кости таза и свободной нижней конечности; череп с двумя его отделами — мозговым и лицевым.

Функции скелета многообразны. Вместе с мышцами он образуетместилище для жизненно важных органов (головного и спинного мозга, органов грудной полости и малого таза). Кости функционируют как рычаги, приводимые в движение мышечной силой. Они представляют собой хранилище минеральных соединений, участвуют в регуляции постоянства минерального состава внутренней среды организма. Помимо защитной функции в каждом сегменте тела кости выполняют своеобразную архитектурную роль, определяя направление хода других анатомических структур: мышц, сосудов, нервов.

Разнообразие функций костей соответствует различию их формы. У человека кости бывают длинные, короткие, плоские, смешанные и воздухоносные. Длинные кости образуют основу конечностей. Они имеют форму трубки с расширенными концами. Центральная часть — диафиз — построена из компактного вещества и содержит внутри костномозговой канал. Концевые расширения — эпифизы — образуют подвижные сочленения со смежными костями. Они построены из губчатого вещества. Короткие кости располагаются в тех частях скелета, где надо обеспечить большую подвижность при малой смещаемости относительно друг друга двух соприкасающихся костей (позвоночник) или где необходимо амортизировать высокие механические нагрузки (запястье, предплюсна). Они построены из губчатого вещества, перекладины которого ориентированы в направлении действующих сил. Плос-



кие кости образуют стенки черепа, полости малого таза. С поверхности они покрыты компактным веществом, а в центральной части содержат губчатое вещество. Типичный пример — кости свода черепа, в составе которых выделяют наружную и внутреннюю компактные пластинки и губчатый слой между ними — диплоэ.

**Строение, физические и химические свойства.** Костное вещество отличается большой плотностью. Выделяют компактное и губчатое вещество.

Компактное вещество состоит сплошь из костных элементов; полости в виде лакун, каналов и канальцев имеют малую протяженность. На распиле кости под увеличением видно, что снаружи компактное вещество покрыто слоем наружных генеральных пластинок. Со стороны костномозговой полости аналогичные образования — внутренняя генеральная пластинка — могут присутствовать, но не на всем протяжении. Промежуток между наружными и внутренними генеральными пластинками заполнен костными трубочками, вставленными одна в другую и образующими футляры для проходящих здесь нервов, кровеносных и лимфатических сосудов. Эти образования называются остеонами, или гаверсовыми системами (названы по имени анатома, описавшего устройство этих образований). Между остеонами, ориентированными, как правило, вдоль продольной оси кости, располагаются остатки разрушенных остеонов и вставочные пластинки. Наряду с пластинчатой костью, имеющей наибольшую степень морфологического совершенства, в костях детей встречаются участки менее зрелой грубоволокнистой кости, лишенные остеонированных систем.

Губчатое костное вещество имеет более пористое строение, чем компактное. Между его перекладинами располагается красный костный мозг, продуцирующий элементы красной крови.

Костное вещество состоит из органической и неорганической фракций. Первая обеспечивает гибкость кости, последняя — прочность. В состав органического вещества входит белок, образующий основу — матрицу кости. Неорганический компонент включает фосфор и кальций, в малых количествах кость содержит ряд микроэлементов (медь, железо и др.).

Кость отличается большой устойчивостью к внешним механическим воздействиям. Запас ее механической прочности значительно превышает нагрузки, испытываемые в обычных жизненных условиях. Прочность костей в разных участках скелета неодинакова. Она зависит также от характера нагрузок и направления действующей на кость силы. Так, прочность теменной кости на растяжение в направлении ее продольной оси равна  $900 \text{ г/см}^2$ , средняя прочность на сжатие в том же направлении составляет  $1800 \text{ г/см}^2$ , на сжатие в поперечном направлении она выше и равна  $2100 \text{ г/см}^2$ . Губчатое вещество этой кости имеет меньшую прочность на сжатие —  $320 \text{ г/см}^2$ . Прочность на сжатие компактного вещества бедренной кости  $15-30 \text{ кг/мм}^2$ , губчатого вещества головки —  $0,7-1,5 \text{ кг/мм}^2$ . Для бедра и малоберцовой кости показано, что кости, испытывающие большую нагрузку, состоят из относительно малого числа крупных остеонов и наоборот. Механические свойства кости определяются содержанием минеральных веществ и воды, соотношением остеонированного и неостеонированного костного вещества, ходом коллагеновых волокон и другими факторами. В пределах одного остеона микротвердость варьирует от  $29,7$  до  $51,4 \text{ кг/мм}^2$  соответственно содержанию кальция, наивысшему по периферии канала. Микротвердость остеонов прямо пропорциональна их кальцификации и составляет  $29,5 \text{ кг/мм}^2$



при низкой минерализации,  $31,7 \text{ кг/мм}^2$  при средней ее степени и  $38,3 \text{ кг/мм}^2$  — при высокой. Степень растяжимости и модуль эластичности остеонів зависят от степени влажности: в высушенной кости эти характеристики увеличиваются. В остеонах с продольным расположением коллагеновых волокон они выше, чем при расположении волокон под углом  $90^\circ$ . При давлении в направлении, перпендикулярном ходу коллагеновых волокон, микротвердость кости снижается на 20—25%.

**Рост и развитие кости.** Скелет плода минует в своем развитии перепончатую и хрящевую стадии прежде, чем становится костным. Можно выделить две различающиеся по происхождению группы костей. Одни развиваются на основе соединительной ткани, минуя хрящевую стадию. Это кости свода черепа и ключица, окостеневающие эндемально. Другие развиваются на месте хряща, пройдя перед этим перепончатую стадию. Если окостенение происходит в толще хряща, оно называется энхондральным, если по периферии — перихондральным. Большая часть костей нашего тела развивается на месте хряща. В толще хрящевой модели кости появляется одна или несколько точек окостенения; увеличиваясь в размерах, они сливаются друг с другом, образуя в конечном итоге кость. В трубчатых костях центры окостенения диафизов появляются раньше, чем эпифизов.

После появления диафизарного и эпифизарных центров окостенения между ними остается прослойка хрящевой ткани — эпифизарный хрящ. За его счет происходит рост кости в длину, прекращаясь в период полового созревания; хрящевая пластинка замещается костной тканью, синостозируется. После этого продольный рост костей возможен в ограниченных пределах за счет суставного хряща, покрывающего эпифизы на поверхности, обращенной в полость сустава.

Рост костей в толщину происходит по их поверхности. Снаружи имеется тонкая перепонка, построенная из соединительной ткани, — надкостница. В ней разветвляются сосуды и нервы, входящие внутрь кости и обеспечивающие процессы ее жизнедеятельности. На внутренней поверхности надкостницы располагаются клетки, образующие кость (остеобласты) и разрушающие ее (остеокласты). Такие же клетки присутствуют в ростковом эпифизарном хряще, на поверхности, обращенной в костномозговую полость (эндост), и в толще кости вокруг кровеносных сосудов, лежащих в гаверсовых каналах (мезост). На протяжении жизни кость непрерывно перестраивается. Разрушение старого и образование нового костного вещества происходит периостально, эндостально и мезостально. Подсчитано, что средняя продолжительность жизни одной костной клетки (остеоцита) составляет 25 лет. А это значит, что на протяжении жизни масса костного вещества обновляется не один раз.

С возрастом у детей и подростков кости увеличиваются во всех размерах, делаются более массивными, толщина компактного вещества нарастает, перекладины губчатой кости разрастаются. Активность костеобразования после высоких значений в первые годы жизни уменьшается к концу первого десятилетия, затем снова нарастает в период полового созревания, снижаясь до минимальных значений к 30—40 годам, и вновь повышается в пожилом и старческом возрасте.

Старение костей начинается очень рано. Начальные его признаки могут обнаруживаться в костях, подвергающихся механической перегрузке, на втором десятилетии жизни. Они включают в себя истончение суставного хряща и появление по периферии суставных поверхностей костных выростов — краевых остеофитов. В кисти они наблюдаются



у головок средних фаланг, а позже — у основания дистальных и средних фаланг.

Активность разрушения кости изменяется с возрастом по той же динамике, что и активность образования (рис. VI.1). Соотношение этих процессов определяет положительный баланс в период роста и

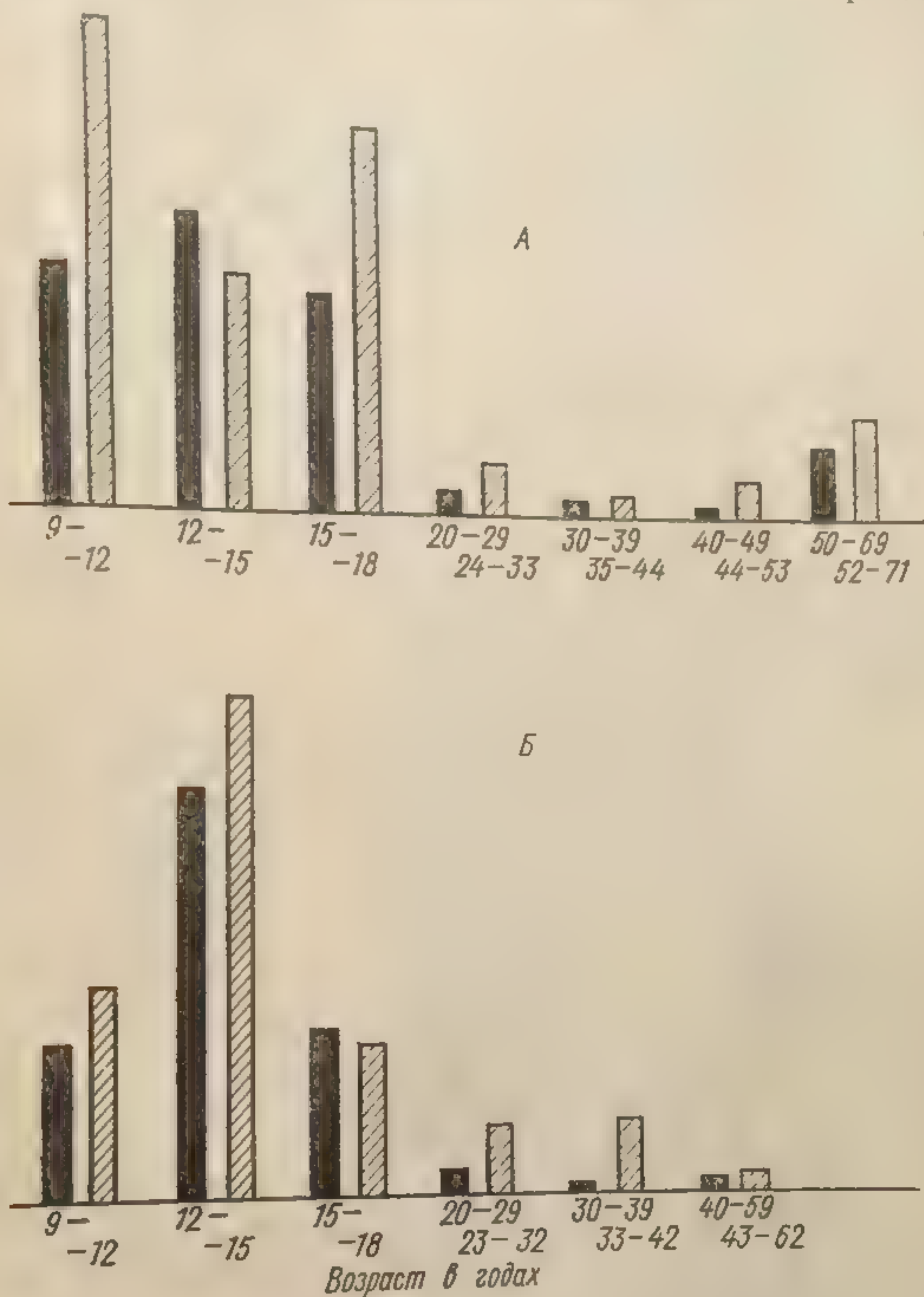


Рис. VI.1. Изменение с возрастом удельной скорости костеобразования (черные столбики) и костеразрушения (штриховка) (по Никитюку, 1972):  
А — русские; Б — таджики

отрицательный — в период старения. В ходе последнего масса костного вещества уменьшается, однако при этом нагрузки на кость не только не снижаются, а могут даже увеличиваться благодаря нередким излишкам жираотложения. Трубчатым костям приходится приспособиваться к сохранению механической прочности в условиях пониженной массивности. Это происходит за счет расширения диафиза и эпифизов костей, т. е. повышенного периостального костеобразования. Приспособительным изменениям подвергаются также и микроскопические конструкции кости — остеоны: их диаметр увеличивается. На конечных этапах старения, предшествующих естественной смерти, они



уступают место периостальному костеразрушению, уменьшению наружных размеров костей и диаметра остеонов.

Рост и старение костей зависят от многих факторов, как внешних по отношению к организму, так и внутренних (см. с. 12, 32).

**Классификация соединений костей.** Соединения костей обеспечивают либо подвижность, либо устойчивость частей скелета как механических конструкций. В зависимости от этого соединения костей делятся на две основные группы: прерывные и непрерывные. К непрерывным относятся соединения, образованные при помощи хрящевой ткани (синхондрозы), костной ткани (синостозы) и соединительной ткани (синдесмозы). Пример синдесмоза — связки, например связки позвоночника между остистыми отростками, поперечными отростками, дугами позвонков.

Примеры хрящевого соединения — синхондрозы основания черепа и межпозвоночные диски. Здесь наряду с соединениями двух прилегающих друг к другу костей обеспечивается, с одной стороны, неподвижность, а с другой — амортизация механических сотрясений при сдавливании хрящевой прослойки между костями.

Костные сращения (синостозы) — заключительный этап превращений соединительнотканного или хрящевого типов соединений костей. При этом достигается максимальная прочность и неподвижность костных сегментов по отношению друг к другу, но исключается возможность гашения механических сотрясений.

Прерывные соединения подразделяются на суставы и полусуставы. Суставы классифицируются по числу осей вращения на одноосные, двухосные и многоосные. Одноосные суставы имеют одну ось вращения, вокруг которой происходит сгибание — разгибание, или супинация — пронация. Таковы плечелоктевой (блоковидный по форме суставных поверхностей) и лучелоктевой (цилиндрический) суставы.

Двухосные суставы обеспечивают сгибание — разгибание и отведение — приведение. К ним относятся лучезапястный сустав, эллипсоидный по форме суставных поверхностей, и запястно-пястный сустав I пальца, седловидный.

Трехосные и многоосные суставы (плечевой и тазобедренный) делают возможными самые различные движения: не только сгибание — разгибание и отведение — приведение, но и вращение внутрь и наружу, а также комбинированные движения. Эти суставы располагаются между поясом конечности и проксимальным сегментом свободной конечности. Их относят к шаровидному (плечевой) и ореховидному (тазобедренный) типам, хотя вторая разновидность — лишь подразделение первой.

К многоосным относятся и плоские суставы (плоскость можно представить себе как часть поверхности шара большого диаметра), в которых возможно лишь скольжение одной кости относительно другой. Они располагаются там, где надо обеспечить, с одной стороны, большую механическую устойчивость всей костной конструкции в целом, а с другой — сделать возможным гашение механических сотрясений. Примером могут служить крестцово-подвздошное сочленение, суставы между костями запястья, предплюсны и т. д.

Суставы подразделяют также на простые, сложные и комбинированные. Простой сустав внутри суставной капсулы имеет одну суставную головку и одну впадину, т. е. две сочленяющиеся кости. Большинство суставов относится именно к такому типу. Сложные суставы содержат внутри капсулы два простых, т. е. здесь соединяются не две, а большее число костей. Комбинированный сустав составлен из двух



изолированных простых, движения в которых происходят только одновременно. Примером простого сустава может быть межфаланговый, проксимальный и дистальный лучелоктевые.

Среди суставов выделяют конгруэнтные (суставные поверхности по форме соответствуют друг другу) и инконгруэнтные (при несоответствии поверхностей). Это деление условно, так как несоответствие поверхностей по их форме компенсируется внутрисуставными менисками. В конечном счете все суставы конгруэнтны, иначе их нормальные действия были бы нарушены.

Полусуставы занимают пограничное положение между синхондрозом и суставом и представляет собой как бы недоразвитый сустав. В качестве примера можно привести лонное сочленение. Здесь имеются суставные поверхности, капсула, слабо выраженная полость. Анатомия этого полусустава меняется в зависимости от физиологического состояния организма. У женщин в период беременности он усиленно развивается, что увеличивает смещаемость тазовых костей при акте родов.

**Функциональная анатомия соединений костей.** Синдесмозы включают шовные соединения между костями черепа, соединения зубов с альвеолами челюсти и связки. Связки соединяют отдельные кости или участки одной кости друг с другом.

Различают три вида швов в зависимости от формы стыкующихся костных краев: плоские, зубчатые и чешуйчатые. Первые характеризуются гладкими ровными контурами костных краев. Они представлены в лицевом отделе черепа. Зубчатые швы отличаются изрезанностью краев. Чешуйчатый шов характеризуется черепицеподобным наложением одного края кости на другой. Форма шва механически оправдана (рис. VI.2). Зубчатые швы локализованы в мозговом отделе черепа, где его кости испытывают силы, действующие на разрыв. Чешуйчатые швы находятся там, где возможно скольжение края одной кости по поверхности другой. Плоские швы имеются в местах ограниченного смещения костей, где кости действующими механическими силами придавливаются друг к другу (работа на сжатие).

Швы — места, где амортизируются толчки и сотрясения в результате смещения костей относительно друг друга. Этому смещению препятствуют волокна соединительной ткани, скрепляющие костные края. Кроме того, швы — зоны роста костей. Их преждевременное исчезновение нарушает рост костей черепа и приводит к его деформации.

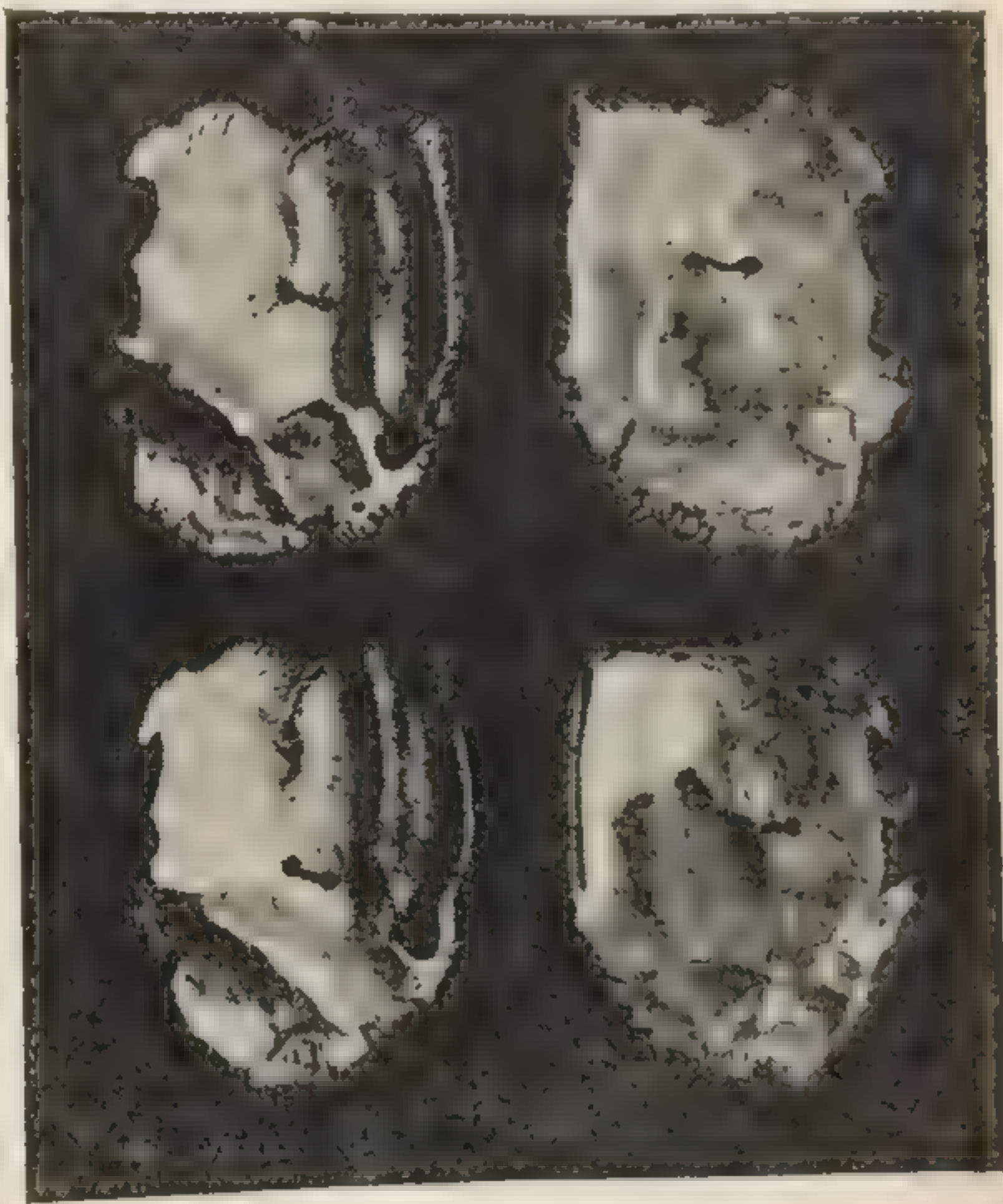


Рис. VI.2. Изменение сагиттального шва из зубчатого в чешуйчатый после одностороннего удаления височной мышцы у одномесячного котенка через три месяца после операции (по Никитюку, 1968)



меняется в зависимости от физиологического состо-  
У женщин в период беременности он усиленно разви-  
чивает смещаемость тазовых костей при акте родов.  
ная анатомия соединений костей. Синдесмозы вклю-  
единения между костями черепа, соединения зубов  
ности и связ-  
няют отдель-  
асти одной  
угом.

и вида швов  
формы сты-  
ных краев:  
е и чешуйча-  
актеризуются  
и контурами  
они представ-  
отделе чере-  
ы отличаются  
аев. Чешуй-  
актеризуется  
и наложением  
и на другой.  
нически оп-  
2). Зубчатые  
ы в мозговом  
е его кости  
и, действующ-

Чешуйчатые  
ам, где воз-  
е края одной  
ости другой.  
еются в мес-  
о смещения  
действующи-  
ими силами

друг к другу (работа на сжатие).  
а, где амортизируются толчки и сотрясения в резуль-  
остей относительно друг друга. Этому смещению пре-  
на соединительной ткани, скрепляющие костные края.  
— зоны роста костей. Их преждевременное исчезнове-



Рис. VI.2. Изменение сагиттального шва из зубчатого в чешуйчатый после одностороннего удаления височной мышцы у одномесячного котенка через три месяца после операции (по Никитюку, 1968)



Другая разновидность синдесмоза — связки. Рассмотрим особенности их строения на примере позвоночника. Связки позвоночника имеют либо коллагеновое (таких большинство), либо эластическое (желтая связка) строение. Первые малорастяжимы. По В. В. Бунаку, степень растяжения передней продольной связки достигает 10% ее длины. Он считает, что передняя продольная связка может не ограничивать разгибание позвоночника, а лишь укрепляет межпозвоночные диски и суставы. Ограничивается разгибание позвоночника при недостаточной эластичности и растяжимости мышц брюшной стенки.

Связки растяжимы благодаря дугообразному расположению их волокон, а также волнистости пучков коллагеновых волокон. Так, на протяжении 1 мм пучка обнаруживается 30—40 волновых колебаний.

Прочность связок, в которых преобладают коллагеновые волокна, составляет 5—9 кг/мм<sup>2</sup>. Для длинной подошвенной связки, по П. Ф. Лесгафту, эта величина равна 200 кг. По последним данным, для крестообразных связок коленного сустава разрывная сила составляет 80—140 кг. При действии тяги по оси связки разрывная сила выше, по оси конечности — ниже.

В желтых связках позвоночника (между дужками позвонков) эластических волокон больше, чем коллагеновых. Прочность на разрыв составляет в молодом возрасте 1 кг/мм<sup>2</sup> при способности растянуться на 70%. Если главная особенность связок заключается в их прочности и растяжимости, то основная характеристика хряща — его эластичность. Еще в начале века немецкий морфолог А. Беннинггоф выдвинул представление о функциональной обусловленности строения хрящевой ткани. Соединительнотканые волокна, входящие в состав основного вещества суставного хряща, располагаются по типу арочных конструкций, амортизируя механические сотрясения. Под нагрузкой хрящ уплощается.

Непрерывные соединения включают лишь один из компонентов: либо связки (синдесмозы), либо хрящи (синхондрозы). В составе прерывных соединений (суставов) эти анатомические структуры соседствуют и дополняют друг друга.

Анатомические составные части любого сустава следующие: концы костей, хрящ, капсула, внутри- и внесуставные связки, хрящевые внутрисуставные образования (мениски), жидкость (синовия).

Особый интерес представляет суставной хрящ. Гладкий и блестящий внешне, под большим увеличением он выглядит неровным, шероховатым. Поверхность на боковом сечении имеет волнистый характер: изгибы первого порядка длиной около 1000 мкм и второго порядка длиной 50 мкм. Под действием механической нагрузки неровности исчезают, а поверхность суставного хряща сглаживается. Волны первого порядка сглаживаются при удельном давлении 3,5 кг/см<sup>2</sup>, волны второго порядка — при 20 кг/см<sup>2</sup>. При сдавливании хряща сплющиваются лишь краевые выпячивания волнистой поверхности, при этом в глубине хряща давление относительно понижается и сюда перемещается жидкая часть синовии. Между соприкасающимися поверхностями суставных концов костей, покрытых хрящом, остается часть жидкости, имеющая высокую вязкость и содержащая больше гиалуроновой кислоты. Поэтому сустав продолжает функционировать и при большом сдавливании сочленяющихся поверхностей, хотя трение при этом повышается. С уменьшением давления на хрящ жидкость из глубинных его частей вновь поступает в полость сустава, и коэффициент трения суставных поверхностей снижается. Эти особенности легли в основу новой теории смазки суставов, получившей название «смазки под давлением».



Форма соединений костей определяется как унаследованными особенностями, так и действием механических факторов. Преобладающую роль играет фактор движения. Подтверждением тому служит образование новых («ложных», по медицинской терминологии) суставов в местах переломов костей, где один обломок кости постоянно трется о другой. Соприкасающиеся поверхности при этом шлифуются, образуя сустав.

О причинах, определяющих форму сустава, анатомы спорили еще в прошлом веке. Тогда же были выдвинуты два основных фактора: мышечная деятельность и рост концов костей. Одни считали, что форма суставов определяется мышечной деятельностью, и тот из двух концов костей, у которого места прикрепления мышц располагаются более центрально, образует суставную впадину, более периферийно — головку сустава. Другие, в частности П. Ф. Лесгафт, уделяли внимание питанию костей, считая, что конец кости, имеющий лучшее кровоснабжение, образует головку, другой, с худшим кровоснабжением, — впадину сустава.

**Возрастные изменения соединения костей.** С возрастом непрерывные соединения совершают цикл превращений, в ходе которых синдесмозы и синхондрозы превращаются в синостозы. Это происходит по завершению роста костей, соединяющихся друг с другом. Синостозирование для одних соединений наступает в более раннем, для других — в более позднем возрасте. Так, сроки физиологического окостенения черепных швов варьируют от 30—40 до 60—80 лет. Темп этого процесса определяется многими, в том числе механическими, факторами: чем больше нагрузки на кости черепа при сокращении жевательных мышц, тем раньше наступает их синостозирование и тем быстрее оно протекает. При этом утрачивается значение швов как места затухания, амортизации механических сотрясений, однако конструкция черепа делается более монолитной, что дает, по-видимому, определенные биомеханические преимущества.

Возраст человека определяется в известной мере состоянием его суставов. В условиях нормальной физиологической деятельности суставы (особенно крупные — плечевой, тазобедренный, локтевой, коленный) долго сохраняют неизменным объем движений, мало подвергаются возрастным изменениям. При длительных механических перегрузках в строении суставов и их работе возникают нарушения. Прежде всего подвергается истончению суставной хрящ, затем по периферии суставных поверхностей возникают костные выросты — остеофиты. Истончение суставного хряща отражается на лежащих под ним участках губчатого вещества суставных концов костей. Здесь возникают изменения двоякого рода: с одной стороны, уплотнение костного вещества, утолщение костных пластинок (склерозирование), с другой — разрушение костных перекладин с образованием полостей (кистовидные изменения). В той или иной степени указанные явления препятствуют нормальной работе сустава. Движения в нем ограничиваются, при трении суставных поверхностей друг о друга слышен хруст вследствие нарушения целостности суставного хряща.

## ВАРИАЦИИ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛОВ СКЕЛЕТА

На морфогенез скелета оказывают влияние очень многие факторы. Данные близнецовых и семейных обследований, а также морфологического анализа фенотипов лиц с различными хромосомными и генетическими аномалиями показывают достаточно жесткую наследственную



обусловленность развития костного компонента в целом (общее количество костной ткани) и многих парциальных скелетных размеров. Как и другие ткани с зависимым типом развития, костная ткань нуждается в комплексе определенных факторов для реализации генетически детерминированной структуры. Во многих исследованиях выявляется важная роль механической нагрузки. Например, при изучении компрессии как фактора остеогенеза выяснилось, что костное вещество на сгибаемой стороне заряжается отрицательно, что сочетается с активностью остеобластов, тогда как со стороны растяжения существует электроположительность и активность остеокластов. Была наглядно продемонстрирована роль нагрузки в объяснении причин дугового искривления костей конечностей. Выявлена зависимость реакции от характера и интенсивности нагрузки, длительности ее действия, состояния эпифизарных центров окостенения, порога возбудимости скелетной ткани, возраста, пола, состояния нейрогормональной системы. Обе крайности функциональной нагрузки (чрезмерная и резко ограниченная) приводят к преобладанию остеолиза над остеогенезом. Возможно, что мышечная нагрузка определенных параметров вызывает венозную гиперемия, стимулирующую рост трубчатых костей в длину. В эксперименте на млекопитающих показаны стимуляция периостального остеогенеза и васкуляризации компакты, а также увеличение плотности остеонов при тренировке по сравнению с контролем.

Мощным фактором морфогенеза черепа, прежде всего в дифференциации свода, является эмбриональный головной мозг, тогда как другой индуктор — хорда — влияет в основном на базальную часть черепа и лишь косвенно на свод. Существуют разные точки зрения по поводу остеоневральных отношений роста в энхондрально появляющихся частях скелета. Многие исследователи считали, что дифференциация скелета и мышц конечностей происходит с вращением нервов. Предлагается концепция тканевой нейротрофики: периферическая нервная система образует своего рода «скелет», контролирующий и ограничивающий рост костей. С другой стороны, есть данные, что вращение нервов в развивающиеся конечности и налаживание связей с появляющимися там закладками скелета и мышц происходит не до, а после начала их дифференцировки. Полагают, что связь следует здесь искать в складывающихся условиях трофики, непосредственно связанных с состоянием кровоснабжения тканей.

Очень велика в росте и развитии скелета роль гормональных факторов, причем разные гормоны оказывают преимущественное влияние на различные стороны морфогенеза. Например, соматотропин влияет главным образом на энхондральный и периостальный рост, тиреокальцитонин и паратгормон — на минеральный обмен, половые гормоны — на кортикализацию, рост, скелетный возраст и т. д.

На морфогенез скелета и метаболизм костной ткани значительное воздействие оказывает питание, через которое частично опосредуются социально-экономические факторы (например, белковое голодание) и частично геохимические особенности природной среды (особенно кальциево-стронциевый баланс, недостаток или избыток ряда микроэлементов). Подобные «остеологические индикаторы» состояния физиологических функций имеют важное значение в освещении ряда проблем палеоантропологии, например палеоэндокринологии, палеоэкологии человека.

К числу факторов, влияющих на структуру скелета, относят также напряженность геомагнитного поля, оказывающую остеотрофное дей-



ствие: определена ее прямая связь с толщиной костей черепного свода в некоторых группах населения Северного полушария.

Изменчивость скелета исследуется в разных аспектах: возрастном, половом, индивидуальном (конституциональном), групповом (в том числе в связи с влиянием профессиональных и спортивных нагрузок), популяционном, сравнительно-анатомическом, эволюционном.

## ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ

### Позвоночник

**Позвоночная формула.** Типичный вариант позвоночной формулы человека:  $C_7Th_{12}L_5S_5Co_4$ <sup>1</sup>. Изменение общего числа позвонков встречается весьма редко. Более часты вариации на границах отделов, заключающиеся в перемещении их в краниальном или каудальном направлении обычно на один сегмент или наличие позвонков, сочетающих черты строения разных отделов позвоночника. Частота таких вариантов резко увеличивается в кранио-каудальном направлении. Очень редко отмечены сдвиги на шейно-затылочной границе. Ассимиляция атланта (его слияние с черепом) наблюдается в разных сериях в 0,1—2%. Столь же редка и манифестация проатланта (выявление элементов так называемого «затылочного позвонка» в области основания черепа). Эта аномалия представляет значительный интерес в аспекте сравнительной анатомии, так как показывает общность происхождения хордальной части черепа и осевого скелета. Более часты (от 6—8 до 60%) вариации пояснично-крестцовой границы: сакрализация  $L_5$ , под которой подразумевается та или иная степень включения его в крестец; реже (до 4%) встречается противоположный сдвиг — люмбализация. На нижней границе крестца более частым вариантом также является сакрализация; кокцигнация, т. е. включение последнего крестцового позвонка в состав копчика, наблюдается реже. Переходный характер позвонка может выражаться и в вариациях формы и положения сочленовных отростков и фасеток, например на  $Th_{12}$  и  $L_1$ .

Отмечена значительная стабильность докрестцового отдела позвоночника: коэффициент вариации его длины равен 4—6%, в то время как для крестца он составляет 10%, для копчика — 26%. Типичное для человека число докрестцовых позвонков (24) встречается в 85—95% случаев; отклонения (23 или 25 позвонков) наблюдаются примерно с одинаковой частотой. Вопрос о групповых, прежде всего популяционных, различиях остается открытым; некоторые исследователи признают их существование. Выявляется связь этого признака с полом: знают их существование. Выявляется связь этого признака с полом: вариант с 25 позвонками вдвое чаще встречается у мужчин, с 23 позвонками — у женщин. То же, вероятно, относится и к вариантам строения крестца: 4-позвонковый тип чаще наблюдается у женщин, а 6-позвонковый — у мужчин.

В сравнительно-анатомическом ряду приматов от низших форм к высшим существует тенденция к редукции числа докрестцовых позвонков и укреплению крестцового отдела. Так, число докрестцовых позвонков у низших приматов составляет 26—30, у низших обезьян — 26, у человекообразных обезьян и человека — 23—25. Напротив, количество крестцовых сегментов возрастает от 3—4 у низших приматов и

<sup>1</sup> С — шейный отдел, Th — грудной, L — поясничный, S — крестцовый, Co — копчиковый.



обезьян до 5—7 у человекообразных обезьян и человека. Основные изменения позвоночной формулы в филогенезе происходят на границе докрестцового позвоночника, что подтверждается и прямыми палеонтологическими данными. Возможный миоценовый предшественник гиббона — плиопитек — имел большее число поясничных и меньшее число крестцовых позвонков, чем современный гиббон (соответственно  $L_4S_3$  и  $L_5S_5$ ). По-видимому, позвоночная формула в онтогенезе человека и других приматов определяется рано, что соответствует данным о ранней детерминации ее в онто- и филогенезе других позвоночных. Численные вариации позвоночника имеют наследственную основу. Для человека это было показано данными близнецовых и семейных исследований; при этом наследуется, вероятно, сама тенденция к краниальному (каудальному) сдвигу, использующаяся даже для антропологического доказательства отцовства (Мартин, Заллер, 1958).

Типичное соотношение размеров в позвоночнике взрослого человека:  $C_{22\%} Th_{46\%} L_{32\%}$ . У человекообразных обезьян относительно длиннее шейный отдел и короче поясничный, у низших узконосых — наоборот. Типичные для человека региональные пропорции устанавливаются в онтогенезе не сразу. У ребенка они иные:  $C_{25\%} Th_{48\%} L_{27\%}$ , т. е. шея относительно длиннее, а поясничный отдел короче, чем у взрослого. У женщин поясничный отдел длиннее, чем у мужчин.

Формирование хрящевого позвоночника начинается у 2-месячного эмбриона. В первые годы жизни позвоночник растет быстрее, чем длина тела, в дальнейшем его рост замедляется. Завершается развитие позвоночника к 25 годам. У новорожденных и детей первого года жизни межпозвоночные диски составляют 39%, в 9 лет — 33, у взрослых — 25% длины позвоночника. С возрастом (20—60 лет) высота тел большей части позвонков и дисков уменьшается.

**Форма позвоночника.** S-образная форма позвоночника создает наиболее благоприятные условия для балансирования головы при минимальных мышечных затратах (шейный лордоз) и для поддержания выпрямленного положения тела (поясничный лордоз), а также обеспечивает его эластичность. Шейный и поясничный лордозы появляются в эволюции человека в связи с прямохождением, т. е. значительно позже, чем грудной кифоз четвероногих млекопитающих. Изгибы во фронтальной плоскости связаны с асимметрией положения внутренних органов и ролью праворукости в процессе трудовой деятельности. Типичное для человека развитие изгибов позвоночника и их соотношение формируется в онтогенезе лишь к 6—7 годам. Особый интерес представляют лордозы, и прежде всего поясничный, развивающийся в связи с прямохождением и едва намеченный лишь у некоторых высших обезьян, например изредка у гиббонов и горилл. В онтогенезе поясничный лордоз появляется сравнительно поздно, лишь после формирования других изгибов; у женщин он, как правило, отчетливее, чем у мужчин.

Выделяется несколько вариантов развития поясничного лордоза. В основу выделения положен вертикальный поясничный указатель — процентное отношение суммы задних высот тел поясничных позвонков к сумме передних. Его рубрикация: до 97,9 — курторахия, 98—101,9 — орторахия, 102 и более — койлорахия. При этом обычно отмечается и положение так называемого переходного поясничного позвонка, т. е. первого сверху в ряду поясничных, у которого передняя высота тела превышает заднюю. Обычно это  $L_3$  или  $L_4$ , но нередко и  $L_5$ . Последний вариант типичен для некоторых ископаемых гоминид (палеоантропов). По всем этим индексам существуют групповые вариации. Так,



для вертикального поясничного указателя они составляют 95,8—106,8. Курторахидный тип свойствен европейцам, некоторым группам американских индейцев, масаям; орторахидный — японцам, огнезмельцам. В формировании поясничного лордоза большое участие принимают межпозвоночные диски. По Мартину, сумма передних высот дисков превышает сумму задних в среднем более чем на 2 см, что нивелирует межгрупповые различия и обуславливает у живых людей курторахидный вариант как типичный для современного человека.

По палеоантропологическим материалам предполагается очень раннее оформление поясничного лордоза (и развитие мыса крестца) — несколько миллионов лет назад у австралопитеков. Гораздо сложнее судить на основе остеологических признаков о шейном лордозе, обусловленном межпозвоночными дисками. Рентгеноморфологические исследования свидетельствуют о большой вариабельности в конфигурациях шейного отдела позвоночника. Из числа морфологических особенностей шейных позвонков известное значение придается структуре остистых отростков. У ископаемых и изредка у современных людей наблюдаются прямизна, массивность и отсутствие раздвоения, что нередко интерпретируется как свидетельство особого положения головы ископаемых людей. Нужно иметь в виду, что подобные варианты встречаются и у современного человека, не сопровождаясь нарушениями типичного для человека положения головы, обладающей собственным физиологическим балансом по отношению к шейному отделу.

**Крестец.** Гоминидный тип крестца — относительно широкий и короткий, с вогнутой передней поверхностью, выраженным мысом и значительным развитием сочленовных поверхностей с тазом. Наиболее частый вариант у человека (60%) — формирование сочленения с тазом за счет  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (частично), однако наблюдаются отклонения в обоих направлениях, причем у женщин число «истинных», т. е. участвующих в сочленении с тазом крестцовых позвонков, обычно меньше, чем у мужчин. Форма крестца также отражает половые различия.

На основе широтно-высотного индекса выделяются следующие подразделения формы кости: до 99,9 — долихохиерия, 100—105,9 — мезо(субплати)хиерия, 106 и более — платихиерия (от греч. *hieros* — тазовая кость).

Групповые вариации для мужчин колеблются в пределах 91,4—112,4, для женщин — 101,3—115,8. Индивидуальные вариации — 67,0—159,0. Половой диморфизм выражен на фоне групповых вариаций, т. е. половые различия перекрывают групповые. Так, почти все женские крестцы плати(субплати)хиерические.

Индивидуальная изменчивость строения крестца обычно велика. Из числа аномалий особый интерес представляет расщепленная ость (*spina bifida occulta*), встречающаяся в популяциях современного человека с разной частотой. У ископаемых людей эта особенность иногда наблюдается с высокой частотой.

Помимо крестца для определения пола на позвоночнике нередко используются атлант (особенно его ширина) и осевой позвонок (длина, ширина, высота тела, развитие «зуба»).

### Грудная клетка

Грудная клетка человека имеет специфическую форму, уплощенную в переднезаднем направлении и расширенную в поперечном. Другая отличительная черта грудной клетки человека — ее укороченность, сопровождающаяся укорочением и расширением грудины.



**Грудина.** В отличие от палочковидной сегментированной грудины низших обезьян тело грудины человека в зрелом состоянии представляет собой широкую плоскую пластинку, расширяющуюся книзу. Этот «гоминидный» тип (Эшли, 1956) встречается у человека наиболее часто (60—70%). В остальных случаях наблюдаются «паноидный» (узкое тело с параллельными краями) и «понгоидный» (широкое тело с параллельными краями) варианты. «Гориллоидный тип», с расширением тела грудины вверх, не характерен для человека.

Со сравнительно-анатомической точки зрения представляет интерес редко встречающийся вариант строения, когда обе верхние пары ребер прикрепляются на рукоятке грудины, а III пара — в области синхондроза рукоятки и тела (встречается в норме у гиббона). Половой диморфизм проявляется как в абсолютных размерах, так и в пропорциях грудины. Длина грудины у мужчин абсолютно и относительно больше, чем у женщин. Вариации абсолютной длины грудины (с очевидным отростком) составляют от 155—235 мм у мужчин до 140—205 мм у женщин. Относительная длина кости (к длине тела) составляет в среднем для мужчин 9,59, для женщин — 9,08. Половые различия в основном определяются вариациями длины тела грудины, последняя не связана с длиной рукоятки. По индексу «рукоятка/тело» вариации у мужчин составляют 30,1—75,6 (средняя 46,2), у женщин — 36,4—84,4 (средняя 54,3). Индивидуальная вариабельность наблюдается в форме верхнего края грудины: отчетливая яремная вырезка отмечена в 65% случаев, плоский или выпуклый край — в 24%, в 7% описаны надгрудинные бугорки; возможны групповые различия. Отверстие грудины наблюдается у европейцев в 6,9%.

**Ребра.** Вариации численности ребер незначительны. По данным флюорографического и рентгенографического обследования свыше 500 тыс. человек, «шейные ребра» (на  $C_7$ ) встречаются всего в 0,3—0,5%, у женщин значительно чаще, чем у мужчин (рис. VI.3). Отсут-



Рис. VI.3. Аномальные ребра у человека (по Быстрову, 1959): А — наличие ребра на 7-м шейном позвонке; Б — редукция I ребра; В — поясничное ребро

ствие I пары ребер наблюдается примерно в 1% случаев. На нижней границе грудной клетки отмечается как отсутствие XII пары ребер (0,3—2,8%), так и наличие «поясничных ребер» на  $L_1$  (0,7—14%). Обращает на себя внимание повышенная изменчивость длины XII пары от 20 до 270 мм; коэффициент вариации около 26%. Рудиментарные XII ребра (длина меньше 5 см) обнаруживают картину редукции: истончение компакты, атипичные редкие остеоны с малым числом циркулярных костных пластинок. XI пара значительно менее изменчива: коэффициент вариации 8,62%. I пара существенно варьирует по форме, но не по размерам: при равной (в среднем) длине с XII парой ее коэффициент вариации почти в 4 раза меньше, остеонная структура типичная, без признаков редукции.



На ранних стадиях эмбрионального развития ребра человека имеют прямолнейное направление, их искривленность появляется в конце 2-го мес, а скрученность — на 7—8-м мес. Для ребра человека типичны удлиненная и уплощенная шейка, уплощенная головка, овально-выпуклый бугорок, изгиб тела и искривление грудинного конца; поперечное сечение имеет овальную форму. Вместе с тем наблюдаются значительные вариации массивности и формы поперечника ребер: от «ножевидных», толщиной до 2,5 мм, до очень массивных. Гипермедиального гребня, составляющего дно реберного желобка, и округленно-треугольным сечением типична для неандертальского человека.

## СКЕЛЕТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

### Плечевой пояс

В соответствии с локомоторными адаптациями и соотносительным развитием хватательной и опорной функции конечностей в ряду приматов произошла существенная морфофункциональная перестройка плечевого пояса, наиболее отчетливо прослеживаемая на лопатке (рис. VI.4).

**Лопатка.** Лопатка человека сравнительно с четвероногим проноградным приматом отличается комплексом признаков, обусловленных в первую очередь изменением ее положения: на задней стороне грудной клетки оно меняется из латерального на фронтальное. Эти преобразования затронули общую форму лопатки, определяющуюся лопаточным указателем — процентным отношением морфологической длины лопатки (т. е. расстояния между «корнем» лопаточного гребня и центром сочленовной поверхности) к ее ширине (высоте). У человека длина лопатки значительно уменьшилась по сравнению с шириной. Вследствие этого снизился лопаточный индекс сравнительно с его значениями у высших и низших обезьян. Вариации групповых средних лопаточного индекса человека составляют 60,0—72,5; индивидуальные колебания — от 54,6 («скафоидная» лопатка) до 76,6. Слева указатель обычно выше, чем справа; у женщин он больше, чем у мужчин. Половые различия существуют и в абсолютных размерах лопатки. У мужчин они больше. Следует подчеркнуть отсутствие однозначных связей размеров лопатки с длиной тела при межгрупповых сопоставлениях.

Ориентировка лопаточного гребня также отчетливо разграничивает типы лопаток человека и обезьян. Угол ости лопатки у человека близок к прямому —  $88^\circ$ , у человекообразных обезьян он равен  $32—59^\circ$ .

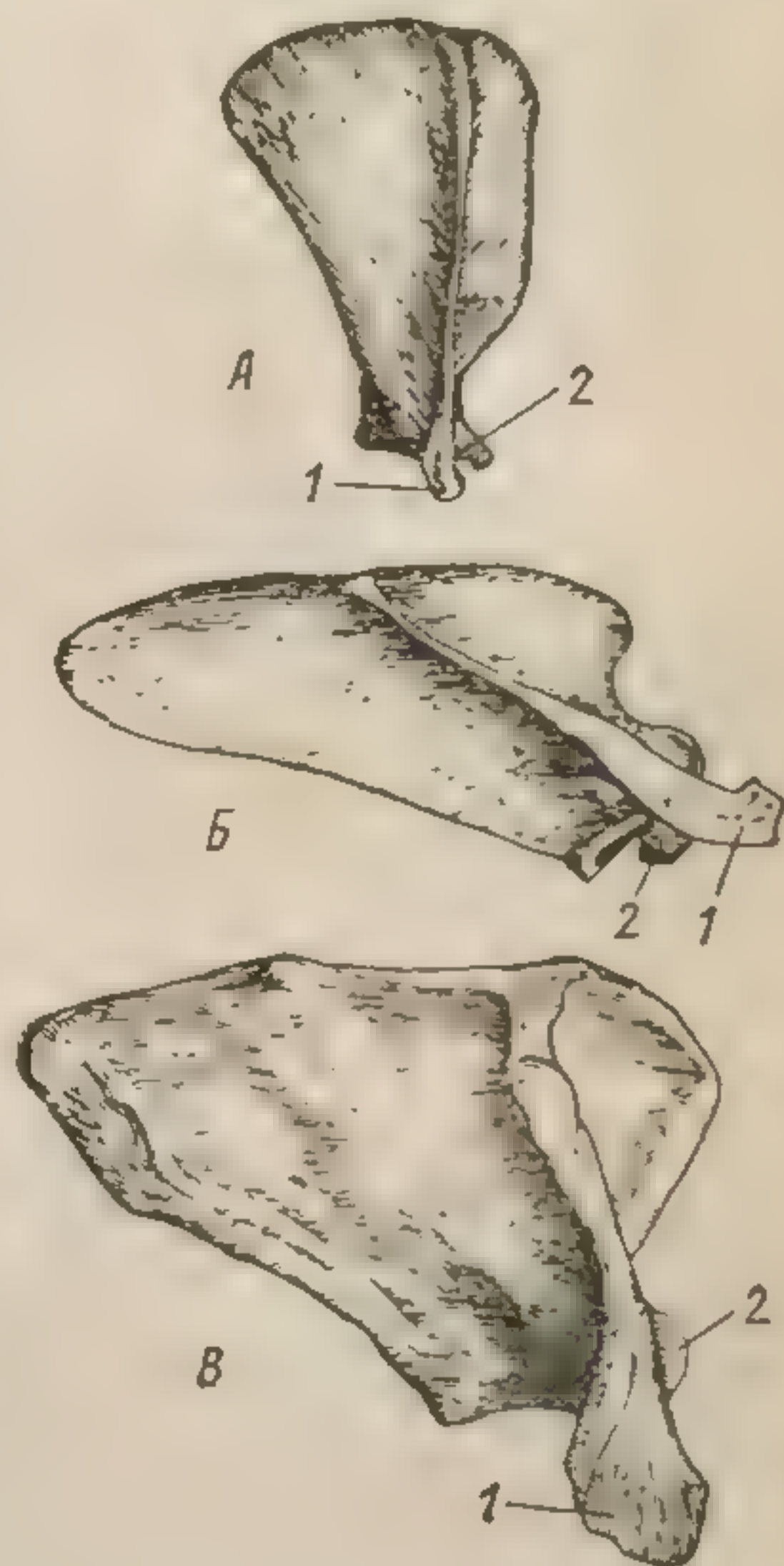


Рис. VI.4 Типы лопатки приматов (по Mollison, 1932): павиана (А); шимпанзе (Б); человека (В)  
1 — акромион, 2 — кораконд



Вариации этого угла описаны как у современных, так и у ископаемых гоминид. То же относится и к ориентировке сочленовной впадины по отношению к латеральному краю. Ее угол у человека равен в среднем  $132^\circ$  (латеральное положение впадины), средняя для человекообразных обезьян достигает всего  $108^\circ$  (косое положение впадины). Форма сочленовной впадины лопатки варьирует от грушевидной до узкоовальной. Широтно-длиннотный указатель суставной впадины варьирует от 66,9 до 81,8. Значения этого индекса у неандертальцев обычно не достигают даже минимума современных вариаций, т. е. им соответствует очень удлиненная и суженная по форме впадина.

Форма краев лопатки значительно варьирует. Медиальный край обычно выпуклый, но может быть прямым и даже вогнутым; у мужчин чаще встречается выпуклый край. В аспекте палеоантропологии представляют интерес вариации латерального края. Для неандертальского человека типичен массивный («амфимаргинальный») вариант с равномерным развитием дорсального и вентрального гребней.

**Ключица.** В отличие от лопатки ключица относится к числу относительно стабильных онтогенетически и «нейтральных» в сравнительно-анатомическом аспекте по структуре костей. Длина ключицы варьирует по группам от 116 до 156 мм (мужчины). Эти вариации не могут быть объяснены только различиями длины тела, поскольку между указанными признаками существует лишь умеренная связь. Половые различия в длине и весе ключиц проявляются уже при рождении и отчетливо выражены у человека, отражая индивидуальные и половые вариации в пропорциях верхней части туловища. По величине ключично-плечевого указателя колебания групповых средних у мужчин составляют 42,4—52,1, у женщин — 40,4—48,7. У неандертальского человека (Ла Феррасси) ключично-плечевой индекс превышает современный максимум. Левая ключица обычно длиннее правой и более изогнута. Значительно варьирует массивность ключиц, причем в абсолютных значениях в большей мере, чем в относительных. В целом групповые различия по длине и форме ключиц (изгиб, развитие подключичного желобка) своеобразны: очень разные популяции (например, алжирцы и вьетнамцы) могут иметь сходные по строению ключицы и наоборот, у популяций близких они могут заметно различаться.

### Длинные кости верхней конечности

**Плечевая кость.** Одним из следствий преобразования грудной клетки и перемещения лопаток в дорсальное положение является вращение верхнего эпифиза плечевой кости человека по отношению к нижнему, определяющее торзион этой кости. Поэтому углы торзона особенно различаются у человека (обычно  $150-160^\circ$ ) и четвероногого примата ( $95-98^\circ$ ); у человекообразных обезьян эта величина промежуточная ( $125^\circ$ ). Групповые средние современного человека варьируют от  $129$  до  $167^\circ$ ; индивидуальные вариации угла — от  $113$  до  $185^\circ$ . Существует высокая корреляция между торзионом и силой мышц вращателей плеча. Групповые средние кондилоднафизарного угла  $70-86^\circ$  (положение блока варьирует от косого до почти горизонтального). Слева угол обычно больше, чем справа. Очень большие значения угла отмечены на костях некоторых ископаемых людей. Головка-диафизарный угол варьирует в пределах  $45-54^\circ$ .

Форма сечения диафиза плечевой кости человека, как и млекопитающих в целом, отражает ту или иную степень преобладания сагиттального диаметра над поперечным. Указатель сечения (процент-



ное отношение поперечного диаметра к сагиттальному) варьирует по группам от 66,8 до 80,7; обычно он больше справа. У женщин индекс чаще бывает более высоким. Массивность диафиза весьма изменчива у современных и ископаемых людей. Групповые средние длиннотности кости к ее длине) составляют для мужчин 18,2—22,5, у женщин индекс обычно ниже. Индивидуальный максимум достигает 25,2. Как правило, правая плечевая кость длиннее и толще левой.

Форма головки плечевой кости варьирует от шаровидной до эллиптической. Указатель сечения головки (поперечный диаметр в процентах вертикального) составляет у мужчин 87,0—97,5, у женщин — 84,0—95,0. У некоторых палеоантропов отмечены очень крупные размеры головки с индексом выше 100. На форму головки плечевой кости гоминид могут влиять возрастно-половой и функциональный факторы. Величина головки четко дифференцирована по полу.

Строение нижнего эпифиза плечевой кости у человека и некоторых человекообразных обезьян (шимпанзе) весьма сходно. У них отмечена высокая степень трансгрессии основных абсолютных размеров и индексов. Существуют групповые вариации в соотношении развития ямки локтевого отростка и венечной ямки, а также в частоте перфорации ямки локтевого отростка. Последняя встречается в 4,1—58% случаев (чаще на женских и грацильных костях, чем на мужских и массивных). Частота встречаемости перфорации зависит и от возраста: до 7 лет перфорации, по-видимому, нет, после 7 она проявляется, к старости учащается. Из аномалий этой области интересно наличие *foramen supracondyloideum* (над внутренним надмыщелком) — гомолога *foramen entepicondyloideum* многих приматов.

Тип плечевой кости, свойственный человеку, сформировался в эволюции 4—5 млн. лет назад.

**Лучевая кость.** Групповые различия выражены в таких признаках, как массивность кости (значения длиннотно-толстотного указателя — 15,7—20,2), изгиб (2,5—3,2), коллодиафизарный угол (160—172°), форма поперечного сечения диафиза (72,2—77,8). Указатель длины шейки составляет у человека 9—10, у палеоантропов он значительно выше. Форма и развитие бугристости лучевой кости исключительно изменчивы: от гладкой овальной площадки до сильно выступающего шероховатого возвышения. Варьирует и ее положение. Более ульнарная ориентировка бугристости свойственна лучевой кости неандертальцев.

**Локтевая кость.** Обнаружены групповые различия массивности локтевой кости, проявляющей неполный параллелизм с массивностью лучевой (вариации групповых средних длиннотно-толстотного указателя — от 12,7 до 16,8), а также различия в изгибе диафиза (0—5,1) и форме его сечения, зависящей, как и на луче, преимущественно от развития межкостного гребня (групповые средние поперечного сагиттального индекса верхней части диафиза равны 72—90). У палеоантропов значения этого указателя обычно выше 100. У женщин указатель, как правило, ниже, чем у мужчин.

Значительным колебаниям подвержено строение локтевого отростка. Выступление его купола у палеоантропов было большим, чем у современного человека.

### Скелет кисти

Кисть человека — уникальный специализированный орган труда, в эволюции которого важнейшую роль сыграло формирование «точно-



го» («прецизионного») зажима, означающего развитие наиболее полного и совершенного противопоставления I луча.

**Пропорции.** Относительная длина кисти (в процентах к длине тела) составляет 10—11 при вариациях групповых средних от 9,8 до 12,2 (по данным на живых людях). Этот индекс четко разграничивает человека и человекообразных обезьян (16,5 у гориллы; 20,7 у орангутана). Указатель относительного к длине верхней конечности развития кисти равен у современного человека обычно 24—25 при межгрупповых колебаниях от 22,7 до 25,5. Пропорции отделов кисти характеризуют индексы запястья и пястнофаланговый. Индекс запястья вычисляется как процентное отношение длины головчатой кости к длине III пястной кости. Его рубрикация (по Саразину, 1932): до 32,6 — микрокарпия, 32,7—33,8 — мезокарпия, 33,9 и больше — макрокарпия.

Вариации групповых средних — от 31,1 до 36,0. У человекообразных обезьян указатель значительно ниже: 25,8—27,9. Поздние ископаемые гоминиды обычно мезомакро- или мезокарпы. Пястнофаланговый индекс представляет процентное отношение длины III пальца к длине III пястной кости. Вариации групповых средних этого указателя у человека от 136,8 до 158,5. У других приматов он варьирует в зависимости от конкретных локомоторных адаптаций. Для человека длиннотные пропорции кисти более стабильны, чем широтные. Среди современного человечества могут встречаться различные варианты развития основных отделов кисти. Например, распространенный «силовой» вариант характеризуется макрокарпией и укороченными пальцами. У ребенка по сравнению со взрослым запястье относительно короче, а фаланги длиннее.

Метакарпальная формула человека (соотношение длин пястных костей): II III IV V I. Фаланговая (пальцевая) формула человека, как и обезьян, III IV II V I. Это древний общий признак высших приматов. Однако индивидуально наряду с вариантом 42 (ульнарным) встречается и вариант 24 (радиальный). Последний, кроме человека, найден лишь у гиббона. Отмечены возрастные и половые вариации: ульнарный тип наблюдается у взрослых чаще, чем у детей; справа чаще, чем слева; у мужчин чаще, чем у женщин. Полагают, что наряду с генетическим фактором на соотношение II и IV пальцев может влиять физическая нагрузка, повышающая частоту ульнарного варианта.

**Форма кисти.** Человек в масштабе других приматов имеет относительно широкое запястье, это выражено и у неандертальцев. Индекс ширины запястья представляет процентное отношение суммы широтных размеров костей запястья (кроме гороховидной) к длине III луча. Его рубрикация (по Саразину, 1932): до 42,0 — стенокарпия, 42,1—42,9 — метриокарпия, 43,0 и более — эурикарпия.

Вариации групповых средних — от 41,3 до 48,6. У человекообразных обезьян индекс меньше — 31,5—41,7. Индекс формы пясти представляет процентное отношение ширины ладони (по сумме широтных размеров проксимальных концов II—V пястных костей) к длине III пястной кости. Его рубрикация (по Маккоуну, Кизсу, 1939): до 74,9 — стенохейрия, 75—84,9 — мезохейрия, 85 и более — эурихейрия (от греч. *heir* — рука).

Групповые вариации этого указателя снова разграничивают «силовой тип» кисти (свойственный в большей мере неандертальцам) от более грацильного. В целом относительная ширина кисти у мужчин обычно выше, чем у женщин. При праворукости правая кисть оказывается значительно шире левой, что, по-видимому, дает основание ожидать и профессиональные различия. Среди обезьян форма кисти



варьирует в связи с локомоторными адаптациями, более широкая кисть наблюдается у наземных форм, например у горной горицллы, павиана.

Исключительный интерес как признак высокого таксономического значения представляет форма ногтевых (дистальных) фаланг, особенно на большом пальце (рис. VI.5). У человека групповые средние

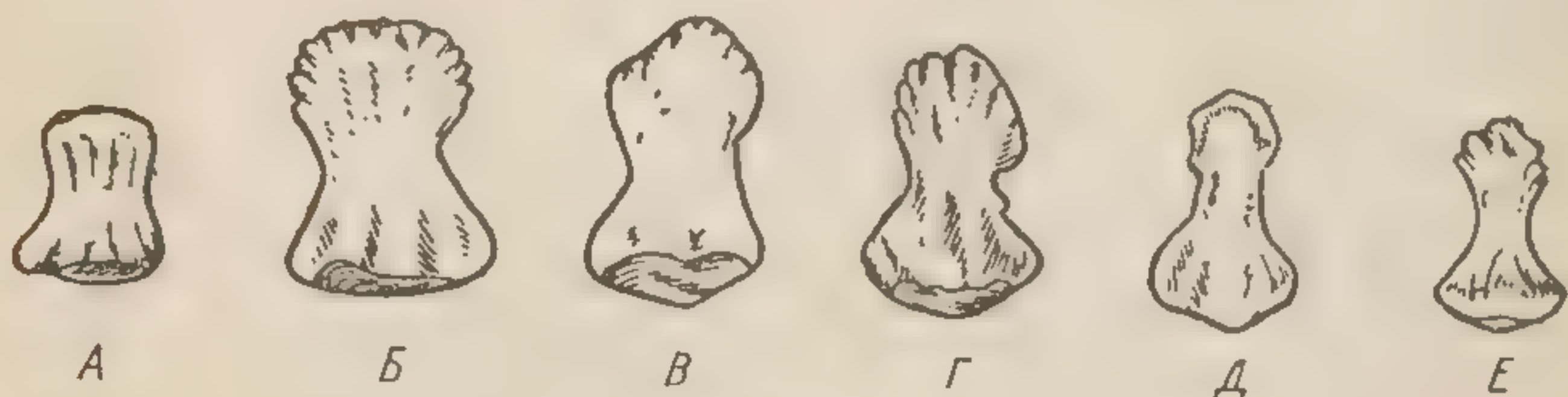


Рис. VI.5. Дистальные фаланги большого пальца кисти (по Бонч-Осмоловскому, 1941; Napier, 1962).  
А — *H. habilis*; Б — Киик-Коба; В — Крапина; Г — современный человек; Д—Е — понгиды

значения широтно-длиннотного указателя этой кости (по ширине головки) равны 41,8—44,7, у крупных человекообразных обезьян — 31,4—35,4. Можно думать, что этот признак сформировался в филогенезе человека очень рано, на стадии *Homo habilis*.

Лучевая формула человека: III II IV V I, т. е. I луч абсолютно самый короткий; относительное его развитие (в процентах к длине III луча) варьирует у человека от 60,8 до 64,1; человек близок по этому указателю к верхней границе для ряда приматов, у которых колебания указателя составляют 15—67. Особое значение для кисти человека имеет индекс соотношения I—II лучей, так как для нее типичен процесс «радиализации», т. е. совместного удлинения обоих радиальных лучей и возрастания I луча относительно II. Этот индекс отличается своей стабильностью. У неандертальцев он в целом несколько ниже, главным образом из-за крупных размеров II пястной кости, что составляет специфическую особенность кисти этих гоминид. В онтогенезе дефинитивные пропорции лучей формируются сравнительно поздно. Так, у двухлетнего ребенка индекс I/III лучей еще примерно на 4 единицы ниже, чем у взрослого.

Сустав I луча у человека имеет седловидную форму. Она встречается также у узконосых обезьян, у которых впервые появляется противопоставление большого пальца, хотя и в меньшем объеме, чем у человека. Форма сустава у человека обнаруживает вариации от «преувеличенной» седловидности до более или менее значительной уплощенности. В резкой степени подобный плоский вариант наблюдается на «силовой» кисти некоторых неандертальцев, по-видимому, в связи с «рабочей гипертрофией». Ладонное смещение I луча у человека обусловлено радиальным отклонением трапеции и скошенностью ее дистальной суставной площадки: угол этой скошенности (по основанию I пястной кости) составляет в среднем 13,7°. У многих палеоантропов, у которых часто ярко выражены и другие компенсаторные признаки, облегчающие противопоставление I луча (в том числе резкий изгиб диафиза I пястной и сильный рельеф в местах прикрепления мышцы, противопоставляющей большой палец на трапеции и диафизе I пест-



ной кости), он был значительно выше. В онтогенезе признаки противопоставления проявляются рано. Так, уже у эмбриона длиной 13,5 мм закладка I пьстной кости отделена от других лучей.

## СКЕЛЕТ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

### Тазовый пояс

Строение тазового пояса человека существенно отличает его от негоминидных приматов, являясь индикатором прямохождения (биопедии). К числу основных признаков «гоминидного комплекса» таза относятся: укорочение и расширение подвздошной кости, дорсальная ротация крестцово-подвздошных сочленений по отношению к тазобедренным суставам и уменьшение расстояния между ними, укрепление вертлужной впадины и изменение ее положения, отчетливое оформление большой седалищной вырезки и обеих передних подвздошных остей.

Изменение общей формы таза человека по сравнению с другими приматами определяется расширением крыла подвздошной кости, особенно ее крестцовой части, и укреплением крестцово-подвздошных сочленений. Указатель ширины ушковидной поверхности по отношению

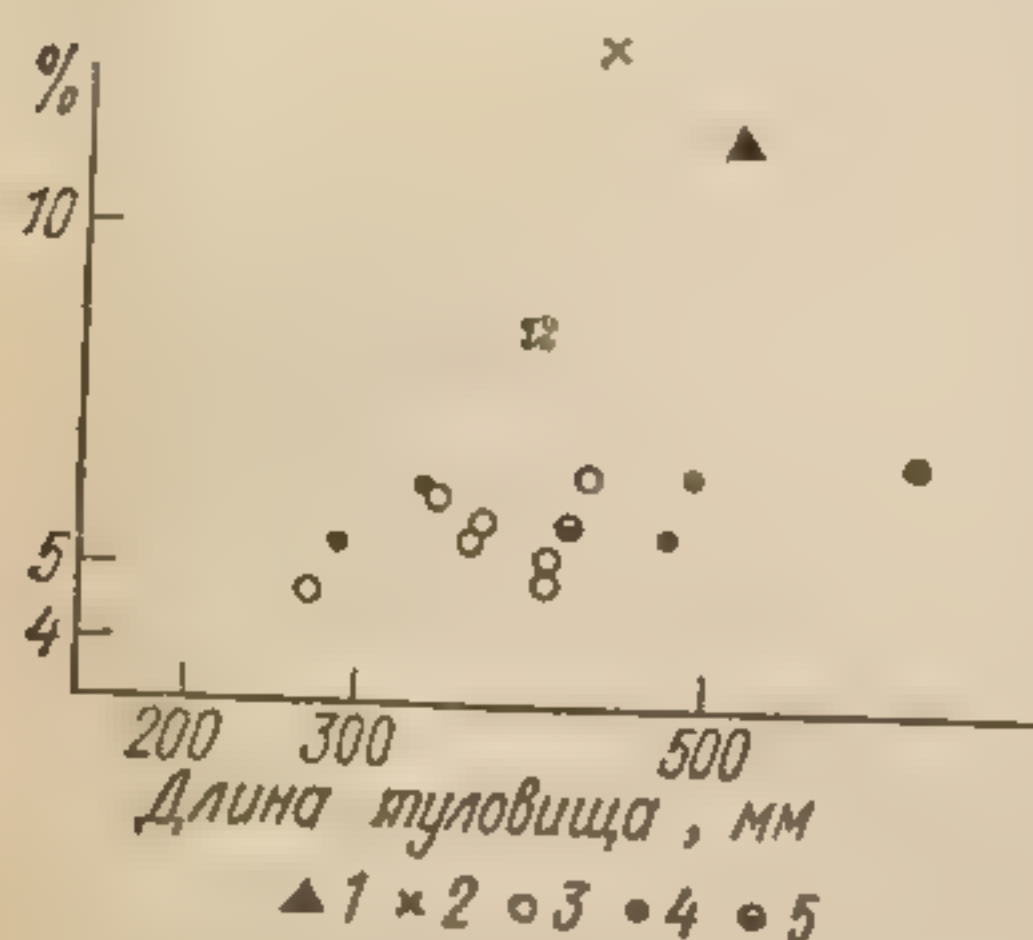


Рис. VI.6. Ширина крестцовой поверхности таза приматов в % длины туловища (по Biegert, Mauger, 1972):

1 — человек; 2 — австралопитек; 3 — мартышкообразные обезьяны; 4 — антропоиды; 5 — ореопитек

к длине туловища равен у человека 11,2, у узконосых обезьян — 4,7—6,6 (рис. VI.6). Другой процесс, оказавший влияние на общую форму таза человека, — укорочение тазовой кости и в первую очередь нижней части подвздошной кости, что обусловило сближение тазобедренных и крестцово-подвздошных сочленений. У человека относительная длина нижней части подвздошной кости (к длине туловища) составляет в среднем 10,5 у узконосых обезьян — 11,5—19,5. Все эти изменения отразились на общей форме таза: высотно-широтный указатель равен у человека в среднем 70—85, у обезьян — 92—135. Существуют и половые различия: мужской таз относительно выше и уже женского. Абсолютные размеры таза человека также обнаруживают половой диморфизм. Однако при межгрупповых сопоставлениях здесь также не обнаруживается сколько-нибудь отчетливой связи с длиной тела, как это отмечалось выше и для элементов плечевого пояса.

Одна из типичных особенностей человеческого таза — изменение взаимного положения трех его компонентов в связи с дорсальной ротацией крестцовой части подвздошной кости. Так, по величине подвздошно-седалищного угла человек (у мужчин он равен 109°, у женщин — 115°) существенно отличается от узконосых обезьян (150—160°). С этим тесно связано четкое оформление большой седалищной вырезки, подчеркнутой также выступанием седалищной ости. Для человека характерна относительно глубокая и узкая седалищная вырезка. На переднем крае подвздошной кости следует особо подчеркнуть выступание нижнепередних подвздошных остей, связанное с прикреп-



лением подвздошно-бедренной связки и развитием прямой мышцы бедра. Наконец, укрепление тазобедренных суставов отражается и в увеличении абсолютных и относительных размеров вертлужной впадины. Индекс ее относительного (к высоте таза) развития составляет у человека примерно 25—27, у узконосых обезьян — 12,5—19. Этот комплекс типичных для человеческого таза признаков сформировался в филогенезе гоминид очень рано, по крайней мере уже несколько миллионов лет назад.

Таз человека несет на себе отчетливые признаки полового диморфизма. Кроме влияния на общую форму таза, они проявляются и в абсолютном и относительном развитии вертлужной впадины, большем у мужчин.

Особенно большой интерес в аспекте полового диморфизма представляют форма большой седалищной вырезки и лобковый угол. Глубинно-широтный указатель вырезки равен в среднем у мужчин 71, у женщин — 60; в первом случае форма более глубокая и суженная — У-образная, во втором — П-образная. Лобковый угол у женщин в среднем на 15° больше, чем у мужчин. Его групповые вариации у мужчин достигают 56—60° (индивидуальные — 38—87°), у женщин — 70—85° (индивидуальные — 54—100°). Лобковый симфиз у мужчин располагается выше, вершина угла острее, тогда как у женщин она более округла. Полость малого таза у женщин обычно имеет цилиндрическую, у мужчин — конусовидную форму. Рубрикация сагиттально-поперечного указателя входа в малый таз: до 89,9 — платипельвия, 90—94,9 — мезопельвия, 95 и более — долихопельвия.

Женский таз во всех группах имеет тенденцию к платипельвии, индивидуальные вариации велики. По-видимому, среди трех больших рас нет сколько-нибудь выраженных различий в указателе входа в малый таз (Корн, 1954). Для формы выхода из малого таза половые различия еще более подчеркнуты: у мужчин он имеет вид продольного, у женщин — поперечного овала, т. е. указатель снова меньше в женских группах. Типичная для человека форма таза с низким расширенным крылом подвздошной кости и отчетливой большой седалищной вырезкой наблюдается у эмбрионов очень ранних стадий, являясь общим признаком для человека и обезьян Старого Света.

### Длинные кости нижней конечности

Длинные кости конечностей обладают относительно генерализованным типом строения, единичные признаки здесь редко имеют диагностическое значение и особую роль приобретают их комплексы.

Бедренная кость — одна из наиболее изученных морфологами частей скелета. Для человеческого бедра типичным является, прежде всего, наклонное положение его оси. Для оценки этого признака служит кондилодиафизарный угол (угол инклинации), составленный анастомической осью кости и касательной к плоскости обоих мышечков. Вариации групповых средних этого угла довольно узкие: 78—82° (индивидуальные — 72—88°), что говорит об его относительной стабильности у человека. Низшие приматы и обезьяны имеют более высокие значения угла инклинации, но частичная трансгрессия существует с человекообразными обезьянами (79—94°). Коллодиафизарный угол, определяющий положение шейки бедренной кости по отношению к диафизу, характеризуется у человека довольно высокой групповой изменчивостью (121—133°) и особенно индивидуальной (114—153°) изменчивостью. Опущенная шейка типична для многих неандертальских бедер. Вза-



имное положение осей обоих эпифизов бедренной кости определяет торзион (скручивание), значительно отражающийся на структуре всего диафиза. Величина этого угла связывается с динамикой эволюционных изменений таза и действием ротирующих мускулов. Для человека типичен «положительный торзион» (антеверсия): ось шейки бедра проходит сзади латерально — вперед медиально. Антеверсия является преобладающим признаком у большинства приматов, исключая человекообразных обезьян, для которых типична ретроверсия. Групповые вариации торзиона у человека составляют  $8-39,7^\circ$ , индивидуальные — от  $-25$  до  $+49^\circ$ , хотя отрицательные углы встречаются весьма редко. Угол торзиона существенно меняется в онтогенезе: на 12-й неделе утробного развития он составляет  $-9,75^\circ$ , на 14-й неделе равен  $0^\circ$ , далее увеличивается до  $32^\circ$ , на 1—2-м году жизни наблюдается «деторзия», вплоть до статуса взрослого.

Изгиб диафиза в передне-заднем направлении типичен для бедра человека, но обладает высокой изменчивостью. Изгиб почти отсутствует у новорожденного и развивается постепенно, усиливаясь с возрастом; у женщин точка наибольшего изгиба бедра обычно расположена дистальнее, чем у мужчин. Здесь также следует указать на отсутствие связи с прямохождением, так как изгиб значительно варьирует среди приматов и млекопитающих в целом, встречаясь при разных типах локомоции. Форма сечения диафиза варьирует на протяжении его длины: от цилиндрической до поперечно или сагиттально направленного овала и даже треугольника. Особое значение придается определению формы диафиза на уровне наибольшего развития шероховатой линии бедра или пиястра. Последний считается специфически человеческой особенностью, но может иногда отсутствовать у человека и встречаться у некоторых животных. Развитие пиястра объясняется как статическими причинами (контрофорс в результате реакции костной ткани на изгиб), так и динамическими (сила тяги прикрепляющихся мышц). Индекс пиястрии (процентное отношение сагиттального диаметра бедренной кости к поперечному) при межгрупповом сравнении варьирует от 100,0 до 129,4 (индивидуально — 72,5—136,7). Почти всегда указатель ниже у женщин. У человекообразных обезьян индекс составляет 75,4—97,1.

Помимо рельефа, на указатель пиястрии влияет также форма сечения кости, поэтому следует оценивать развитие пиястра отдельно, принимая во внимание как саму суперструктуру, так и толщину всей задней компакты бедра. Последняя нередко бывает большой на костях некоторых ископаемых гоминид при отсутствии у них наружного пиястра. Форма сечения диафиза на подвертельном уровне определяется при помощи указателя платиметрии (процентное отношение сагиттального диаметра к поперечному на этом уровне). Его рубрикация: до 74,9 — гиперплатиметрия, 75—84,9 — платиметрия, 85—99,9 — эуриметрия, 100 и более — стенометрия (от греч. *maerós* — бедренная кость).

Групповые вариации от 63,4 до 88,5, но значения указателя у большинства групп оказываются в пределах 75,0—84,9. Индивидуальные колебания 56—128. Мужчины в целом показывают большую тенденцию к эуриметрии, чем женщины; справа указатель обычно несколько выше, чем слева. Резкая платиметрия на подвертельном и среднем уровнях отмечается на костях многих ископаемых людей, например у синантропов.

Рельеф верхнего конца бедренной кости обнаруживает вариации в положении малого вертела по отношению к диафизу, в направлении



межвертельного гребня и межвертельной линии. Последняя, как и гребешковая линия, на костях неандертальского человека часто выражаются слабо или отсутствуют. В области ягодичной шероховатости различают три компонента рельефа, встречающиеся в отдельности или в комбинации друг с другом и в известной мере отражающие вариации прикрепления большой ягодичной мышцы: 1) третий вертел, крайне редкий у человекообразных обезьян, у человека встречается в 5,4—72% случаев (до 90—95%) вне отчетливой связи с полом и возрастом; он, по-видимому, довольно обычен на бедрах многих ископаемых людей; 2) подвертельная ямка, расположенная латерально от наружной губы шероховатой линии; 3) подвертельный гребень (ягодичная шероховатость), имеющий обычно форму выступа со стороны наружной губы. Эти варианты встречаются очень часто: первый до 80—90%, второй — до 90—95%.

Массивность диафиза может зависеть от вариаций длины и толщины кости. Длина бедренной кости очень изменчива как в групповом, так и в индивидуальном масштабе, поскольку она тесно связана с длиной тела и определяет последнюю. Слева бедренная кость обычно длиннее, чем справа. У женщин она всегда короче, чем у мужчин, составляя в среднем около 92% длины последней. Значительно варьирует также толщина бедренной кости в области диафиза, что и обуславливает колебания массивности. Групповые вариации длиннотолстого указателя (по обхвату диафиза в середине) от 18,8 до 20,4; у женщин он несколько ниже. Индивидуальный максимум может достигать 22,9.

Специфической для человека чертой верхнего эпифиза бедра является укрупнение сочленовной головки в связи с прогрессивным развитием и укреплением тазобедренных суставов. Сочленовная головка имеет сферическую или слегка эллипсоидную форму с указателем сечения 97,6—101. Существуют индивидуальные и половые вариации абсолютных размеров; относительная массивность головки во всех группах ниже у женщин.

Специфической для человека чертой строения нижнего эпифиза является преобладание поперечного размера обоих мышелков над сагиттальным и относительно крупный латеральный мышелок. Отношение опорных поверхностей, контактирующих при разгибании с большеберцовой костью, для латерального и медиального мышелков составляет у человека в среднем 95,3 при колебаниях 80,6—108,6, у крупных человекообразных обезьян — 57,7—70,9, у низших узконосых обезьян — 76,6—96,4. Следовательно, исключительная связь этих отношений с прямохождением не подтверждается. То же относится и к межмышелковой вырезке, развитие которой варьирует как у человека, так и у других приматов. Для бедер неандертальских людей типично очень большое развитие в длину латерального мышелка. Треугольная сочленовная фасетка на задней поверхности медиального мышелка может, по-видимому, встречаться в связи с так называемым комплексом «сидения на корточках» у ископаемых и современных людей.

Таким образом, для бедренной кости человека типично сочетание антеверсии, сравнительно невысокого кондилodiaфизарного угла, более или менее выраженного изгиба и хорошо развитого пилэстра с крупной головкой, типичными пропорциями мышелков, глубокой межмышелковой ямкой. Большая часть этих признаков достаточно выражена уже на бедренных костях ранних гоминид.

**Надколенник.** Индивидуальные различия в форме и величине этой кости значительны. Абсолютные размеры отчасти связаны с длиной



тела. Самая частая форма — треугольная (66%). В среднем для человека характерно преобладание широтного размера над высотным. Широкая форма кости особенно выражена у неандертальцев. Групповые различия более отчетливы по относительной высоте коленной чашечки (к суммарной длине бедренной и большеберцовой костей) или относительной ее ширине (к надмышечковой ширине бедра). Соответствующие значения средних указателей для человека 52,5 и 54,0. Существуют групповые вариации: наиболее низкие и узкие кости у негроидов, противоположные соотношения у монголоидов. У плодов и новорожденных кость относительно крупнее, чем у взрослых.

**Большеберцовая кость.** Вариации положения верхнего эпифиза выражаются значениями углов ретроверсии и инклинации — соответственно отклонению верхнего эпифиза от диафизарной или «физиологической» осей кости. Групповые средние углы ретроверсии человека от 7,6 до 20°, инклинации — от 5,3 до 16,5°.



Рис. VI.7.  
Ретроверсия  
большебер-  
цовой кости  
Киик-Коба  
(по Бонч-  
Осмоловско-  
му, 1954)

Индивидуальные колебания значительно шире (для угла ретроверсии — до 31,5°). У человекообразных обезьян оба угла больше. Относительно высокие значения обоих углов свойственны и ископаемому человеку (палеоантропу) (рис. VI.7). Групповые вариации могут связываться с привычными позотоническими напряжениями, например при комплексе «сидение на корточках», в который также входят выпуклый сагиттальный контур латерального мышечка, сильная медиальная скошенность тибиальной площадки, добавочные контактные фасетки на дистальном конце кости. Специфическим признаком большеберцовой кости человека является положительный торзион, связанный с торзионом бедра (оси обеих стоп конвергируют назад). Вариации групповых средних от 6 до 33°, индивидуальных — от 0 до 53°. Отрицательный торзион почти не встречается (0,1%, по Патту, 1955). У человекообразных обезьян торзион в 85% случаев отрицательный. Как и на бедре, положительный торзион представляет, по-видимому, примитивный признак приматов. Многообразие факторов, моделирующих диафиз кости, обуславливает значительную вариабельность указателя кнемии (процентное отношение поперечного диаметра диафиза к сагиттальному на уровне питательного отверстия). Групповые средние (59,3—74,1) и индивидуальные вариации (50—90) почти совпадают с колебаниями индекса у приматов в целом.

Рубрикация указателя кнемии: до 64,9 — платикнемия, 65—69,9 — мезокнемия, 70 и более — эурикнемия (от греч. «кнаеме» — большеберцовая кость).

В большинстве групп женщины в среднем имеют более высокий указатель кнемии, чем мужчины. У детей наблюдается меньшая степень выраженности плати- и эурикнемии сравнительно со взрослыми соответствующих групп. Следует отметить выраженную платикнемию (вплоть до варианта «саблевидной голени») у кроманьонцев и неолитических групп Европы, мезо- или эурикнемию у неандертальского человека.

**Малоберцовая кость.** Играет значительно меньшую роль в статике. Групповые вариации ее структуры слабее выражены и менее изучены на фоне очень высокой индивидуальной вариабельности формы и рельефа. Например, форма сечения диафиза варьирует от трех- или четырехсторонней до округлой, Т- и V-образной, или даже ножевидно уп-



лощенной. Некоторые групповые вариации существуют, по-видимому, в изгибе диафиза, форме и величине сочленовной поверхности головки, развитии вершины головки и наружной лодыжки.

### Скелет стопы

Стопа человека, как и таз, служит отчетливым индикатором прямохождения, что определяется ее постоянным участием в опорной функции конечностей. Основные отличия стопы человека: пронированное положение, укрепление предплюсны, укорочение II—V пальцев, приведение и укрепление I луча, утрата им способности к противопоставлению, формирование сводов (рис. VI.8).

**Пропорции.** Относительная длина стопы (к длине тела) составляет в среднем 13,8—16,0. Соотношение отделов предплюсны — плюсны — пальцы довольно стабильно у современного человека (в среднем 47,9—31,1—20,9, на стопе гориллы — 40,5—28,8—30,1). Гоминидный тип стопы, сравнительно с «понгидным», характеризуется относительным удлинением предплюсны и укорочением пальцевого отдела. Метатарзальная формула гоминоидов достаточно консервативна; наиболее типичный ее вариант для человека: II III IV V I (как и у человекообразных обезьян, кроме орангутана). Фаланговая формула человека обычно выглядит так I II III IV V и II I III IV V, у детей чаще встречается второй вариант. Он типичен также для 9—24-недельных плодов. У человека на 7—8-й неделе плодного развития самый длинный палец — III (как у обезьян). В целом изменчивость II—V пальцев выше по сравнению с большим пальцем. Для IV—V лучей типична редукция средних фаланг, выражающаяся в их укорочении и изменении формы. Изменчивость этих фаланг исключительно высока (коэффициент вариации порядка 22—30%). В межгрупповом масштабе процессы редукции формы и длины могут быть разобщены. Так, у европейцев сравнительно длинная средняя фаланга V пальца (долихометафалангия) обычно имеет бездиафизарную форму. Подобный тип этой кости отмечен еще у ранних палеоантропов, что свидетельствует о глубокой древности и медленности редукционных процессов. Слияние средней и дистальной фаланг V пальца наблюдается во всех группах современного человека, особенно часто у японцев (73,5—80%).

**Форма стопы.** Вариации формы стопы могут быть выражены индексами таранной кости — широтно-длиннотным и высотно-длиннот-

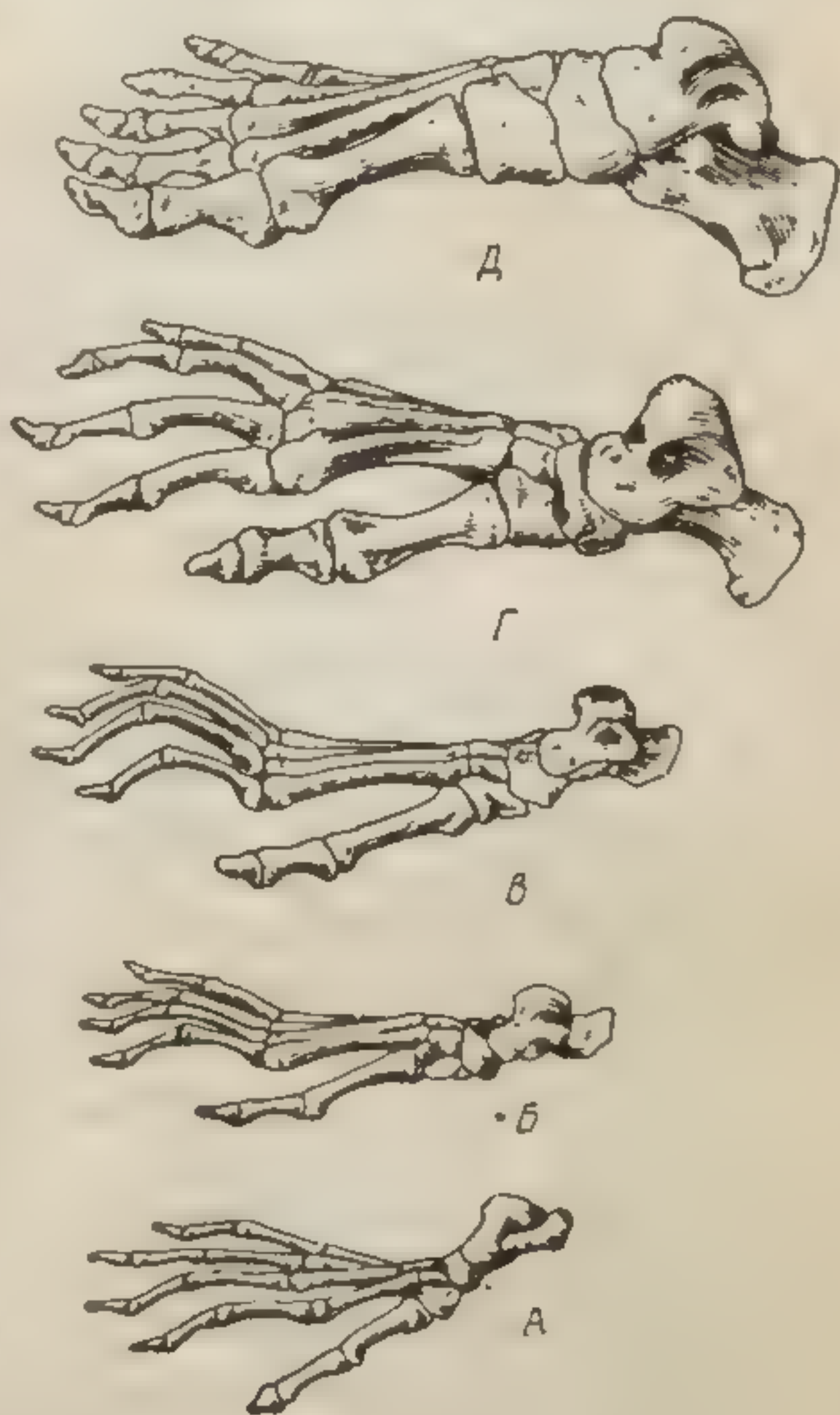


Рис. VI.8. Типы стопы приматов (по Жеденову, 1962):  
А — ископаемая просимия; Б — капуцин; В — мартышка; Г — горилла; Д — человек



ным. Их групповые колебания у современного человека равны соответственно 71,2—84,7 и 48,2—58,8; очень высокие значения обоих указателей типичны для некоторых ископаемых гоминид (палеоантропов). В целом при межгрупповых сопоставлениях различают варианты относительно узкой и низкой кости (например, у европейцев, негров, бирманцев) и относительно широкой и высокой (например, у маори и негритосов).

Особой чертой человеческой стопы является укрепление ее медиального края — «тибиализация» — по аналогии с «радиализацией» кисти. Этот процесс выражается прежде всего в приведении и усилении I луча стопы. По-видимому, в филогенезе приматов особая мощность большого пальца стопы является ранним признаком, достигшим наибольшего развития у прямоходящих гоминид. Индекс соотношений I—III лучей составляет у человека в среднем 98 против 66—70 у шимпанзе и гориллы. Особый интерес представляют пропорции I—II («тибиальных») лучей. Индекс их соотношений варьирует у современного человека в среднем от 84,5 до 94,2, у африканских человекообразных обезьян — от 67,4 до 70,8.

Особое значение имеет морфология дистальной фаланги большого пальца стопы: ее расширение играло важную роль при освоении шагающей походки на двух ногах, поскольку как раз в этой области реализуется конечный этап фазы контакта с опорой — отталкивание. В связи с этим форма дистальной фаланги I пальца является признаком первостепенного таксономического значения. Широтно-длинный индекс этой кости у человека равен 52—54,5, у африканских человекообразных обезьян — 38,1. В филогенезе гоминид этот признак сформировался рано (*Homo habilis*). В онтогенезе массивность I луча и типичная расширенная форма его дистальной фаланги наблюдаются уже у 10-недельного эмбриона. Другая существенная особенность этой кости человека — ее уплощенность.

Приведенное положение I луча связано с развитием ряда структурных адаптаций. Так, для человека типична плоская (а не выпуклая, как у обезьян) дистальная суставная площадка внутренней клиновидной кости, имеющая суженную форму с одной или двумя перетяжками («почковидная» или в форме «песочных часов»), причем отсутствует отчетливая медиальная скошенность самой площадки и ее захождение на внутреннюю поверхность клиновидной кости. Другие типичные признаки: близкий к прямому угол торзiona головки I плюсневой кости, отсутствие изгиба ее диафиза, частое (приблизительно на каждой второй стопе) наличие «контактных фасеток» между основаниями I—II плюсневых. Групповые вариации этих признаков у современного человека незначительны. Так, медиальная скошенность площадки внутренней клиновидной кости, по-видимому, более отчетлива у популяций, представители которых не носят обувь, отчего их пальцы расположены веерообразно. Форма дистальной суставной площадки внутренней клиновидной кости также варьирует у человека от типичной плоской до довольно выпуклой. На ранних стадиях развития плоская выпуклость имеет латерально-медиальное направление. Вместе с тем на стопе современного человека в норме не существует истинного противопоставления I луча, при котором большой палец держался бы косо и ниже других.

Положение большого пальца может быть варусным, когда ось большого пальца проходит внутрь от I плюсневой кости; вальгусным, когда она идет кнаружи; или же обе оси могут соответствовать друг другу. У человека в среднем существует небольшая степень вальгус-



ного отклонения: от  $+0,9^\circ$  до  $+6,9^\circ$ . С возрастом она увеличивается, выше, но и без нее соотношение варусного и вальгусного типов составляет 95:111.

**Сводчатость.** Различают продольный свод, в формировании которого принимают участие все кости предплюсны и плюсны, и поперечный, образованный ладьевидной, клиновидными и кубовидной костями. К числу популяций с повышенным развитием сводов стопы принадлежат, например, европейцы, перуанцы, японцы. Относительно понижены своды у веддов, австралийцев, бушменов. Как групповой признак плоскостопие не встречается. Оно наблюдается как индивидуальная вариация в разных группах человека с варьирующей частотой. В этнологии изменчивости развития сводов (прежде всего, плоскостопия) существенную роль играют возрастно-половой и обменно-гормональный факторы, особенности мышечно-связочного аппарата и скелетного компонента стопы (вязкость полимеризованных мукополисахаридов, минерализация).

Большой интерес представляют структурные адаптации скелета стопы к гиперфлексии голеностопного сустава, наблюдающиеся при привычном употреблении некоторых статических поз покоя, в частности при сидении на корточках. Сюда относится прежде всего значительное переднее распространение блока таранной кости или даже формирование специальных «фасеток сидения на корточках» — медиальной и особенно латеральной. Латеральная фасетка встречается до 30—34% случаев (австралийцы), и ей может (не всегда) соответствовать и фасетка на дистальном конце большеберцовой кости. В литературе высказывалось предположение о наследственной обусловленности этого признака. Вариации угла шейки таранной кости в среднем у человека равны от  $18^\circ$  до  $25^\circ$ , у человекообразных обезьян — от  $29^\circ$  до  $37^\circ$ . Эти колебания также можно рассматривать в связи с комплексом «сидения на корточках». У ребенка угол больше, чем у взрослого.

**Варианты развития и окостенения кисти и стопы.** Со сравнительно-анатомической точки зрения значительный интерес представляет центральная карпальная кость, встречающаяся очень редко (0,4%) между ладьевидной, трапециевидной и головчатой костями запястья. В норме эта кость еще в плодном периоде сливается с ладьевидной (элементом «радиале»); она более или менее постоянна на 6-й неделе эмбрионального развития. С различной частотой отмечаются сесамойды пальцев, оксификация которых начинается в детстве и ранней юности. Обычно постоянны оба сесамоида у пястно-фалангового сустава большого пальца; медиальный сесамойд мизинца отмечен в 70—79% случаев; межфаланговые сесамойды большого пальца — в 63—74% и т. д. Частота брахимезофалангии (укорочение средней фаланги), прежде всего на мизинце, варьирует. В среднем брахимезофалангия наблюдается в 0,4—5% случаев в разных группах, наиболее часта у монголоидов, очень редка у европейцев и негров, у которых отмечены наибольшее обусловленные длины этой кости. Предполагается наследственная обусловленность этого признака. Его частота велика при некоторых хромосомных аномалиях. При болезни Дауна, например, она превышает 25%.

В стопе описано большое количество добавочных скелетных элементов. Наиболее известно удвоение внутренней клиновидной кости. Брахимезофалангия V луча (при индексе соотносительного развития средних фаланг V/IV лучей ниже 50), как и на кисти, встречается с различной частотой, наиболее часто она отмечается у монголоидов.



Симфалангия средней и дистальной фаланг мизинца рано определяется в онтогенезе (50% у плодов, начиная с 10-й недели развития плода и далее).

### ПРОПОРЦИИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ

Наибольший интерес в таксономическом плане представляет интермембральный указатель — процентное отношение суммы длин плечевой и лучевой костей к сумме длин бедренной и большеберцовой костей, — отражающий типичные для вида пропорции конечностей (рис. VI.9). Изменчивость локтевой и малоберцовой костей значитель-

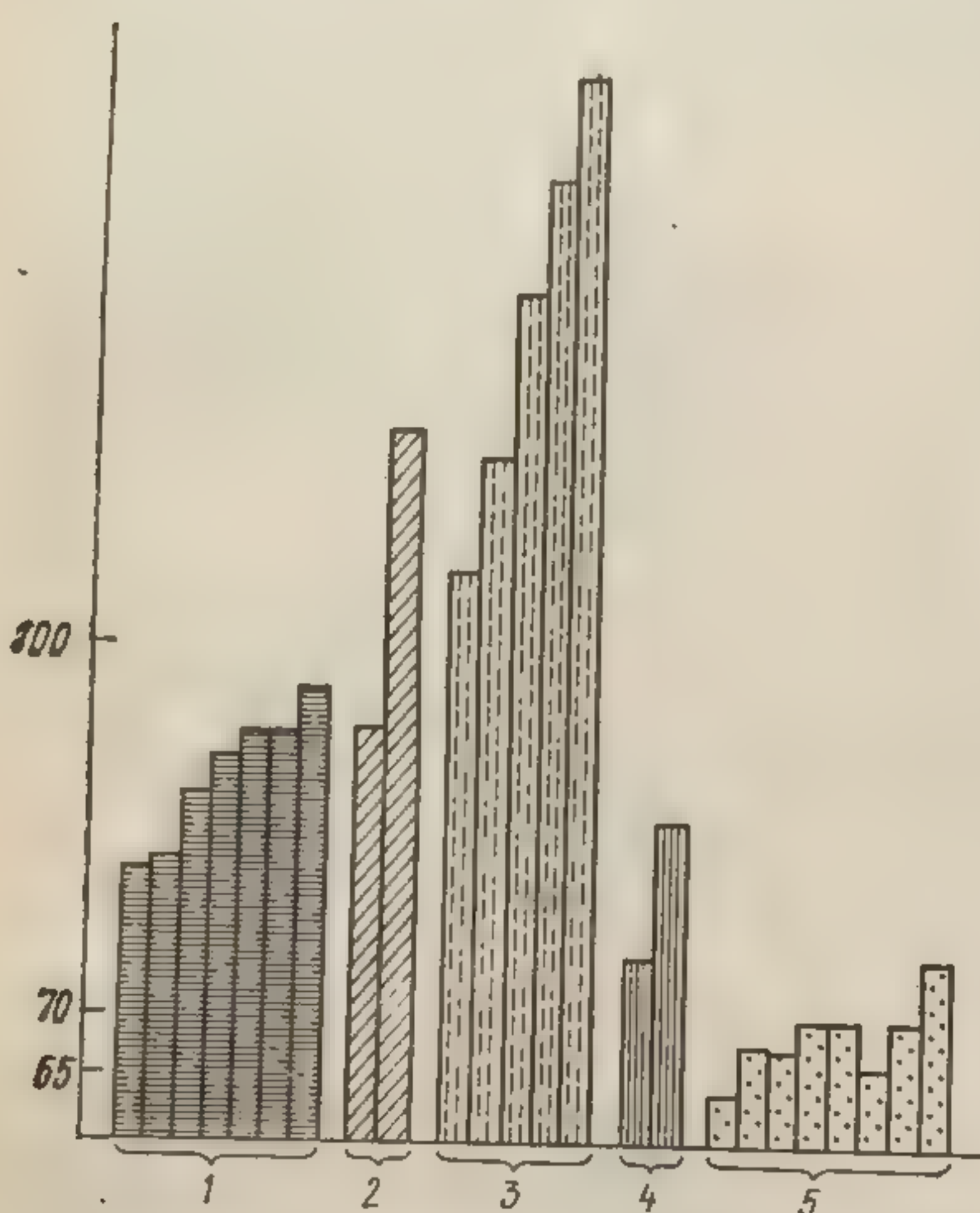


Рис. VI.9. Интермембральный указатель у высших приматов: 1 — мартышкообразные; 2 — ископаемые антропоиды; 3 — современные антропоиды; 4 — австралопитеки; 5 — современный и ископаемый человек

неандертальского человека типичны относительно укороченные предплечье и голень, а для кроманьонского — относительно удлиненные.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ТЕЛА ПО ДЛИНЫМ КОСТЯМ И ИХ ФРАГМЕНТАМ

Сейчас разработаны многочисленные приемы и формулы для определения длины тела по остеологическим материалам, прежде всего по размерам длинных костей. Они основываются на данных по отдельным костям (или даже их фрагментам) или сочетаниям разных костей, что дает большую точность.

но выше, чем лучевой и большеберцовой. Коэффициент вариации интермембрального указателя человека невелик (2,6%). Относительно невелики и групповые вариации этого индекса у человека: 64,4—74,9 (индивидуально 60,7—84,0). У человекообразных обезьян групповые средние равны 106,3—148,2; низшие узконосые обезьяны занимают промежуточное положение: средний индекс у них приближается к 90. Полагают, что у понгидного предка гоминид этот указатель был близок к 100. Плечебедренный и лучеберцовый указатели по группам составляют у человека соответственно 68,8—72,9 и 62,6—70,9; у обезьян — 101—139 и 112—169,2.

Меньший таксономический интерес представляют лучеплечевой и бедренно-большеберцовый индексы, выражающие пропорции проксимального и среднего сегментов конечностей. Для



Формула Пирсона и Ли (1899):

$$\begin{aligned}\text{Длина тела} &= 67,049 + 0,913 F + 0,600 T + 1,225 H - 0,187 R (\sigma). \\ \text{Длина тела} &= 67,469 + 0,782 F + 0,120 T + 1,059 H - 0,711 R (\varnothing).\end{aligned}$$

Формула Дюпертюи и Хэддена (1951):

$$\begin{aligned}\text{Длина тела} &= 56,006 + 1,442 F + 0,931 T + 0,083 H + 0,480 R (\sigma). \\ \text{Длина тела} &= 57,495 + 1,544 F + 0,764 T + 0,126 H + 0,295 R (\varnothing).\end{aligned}$$

Формула Дебеца (1964):

$$\begin{aligned}\text{Длина тела} &= 2,244 F + 69 - 4,667 (0,9 F - T - 3,91) (\sigma). \\ \text{Длина тела} &= 2,244 F + 65 - 4,667 (0,9 F - T - 4,01) (\varnothing).\end{aligned}$$

Способ Троттер и Глезера имеет то преимущество, что предлагает дифференцированные формулы для европеоидов, негроидов и монголоидов (мужчин). Приведем примеры таких уравнений по бедренной кости (1958).

$$\text{Европеоиды: длина тела} = 65,53 + 2,32 F \pm 3,94.$$

$$\text{Негроиды: длина тела} = 72,22 + 2,10 F \pm 3,91.$$

$$\text{Монголоиды: длина тела} = 72,57 + 2,15 F \pm 3,80.$$

Для женщин Оливье и Тиссье рекомендуют следующие уравнения регрессии как наиболее точные в прогностическом отношении:

$$\text{Длина тела} = 0,936 (H + F + T) + 58.$$

$$\text{Длина тела} = 1,247 (F + T) + 63.$$

$F, T, H, R$  — соответственно длина бедренной, большеберцовой, плечевой и лучевой костей. Разработаны также приемы определения длины костей и длины тела по отдельным размерам или фрагментам, а также нахождения массы тела и объема костного вещества. Все эти приемы пригодны в первую очередь для групп, сопоставимых с изученными по пропорциям тела. Поскольку абсолютная точность определения длины тела не гарантируется ни одной из этих формул, целесообразно комбинированное их использование.

### ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА ДЛИННЫХ КОСТЕЙ

Основным объектом исследования внутреннего строения скелета являются длинные кости конечностей, прежде всего бедренная, на примере которой удобно рассмотреть вариации строения диафиза и эпифизов. Для количественной оценки кортико-медуллярных соотношений диафиза применяются индексы (кортикальный или медуллярный, дополняющий кортикальный до 100). Медуллярные указатели — сагиттальный и поперечный — представляют процентное отношение сагиттального (поперечного) диаметра костномозговой полости к соответствующему диаметру диафиза на уровне его середины. Для бедренной кости человека сагиттальный медуллярный индекс составляет в среднем 49,8, поперечный — 42,4, общий (средний из двух) — 46,1. Групповые вариации общего медуллярного указателя у приматов имеет относительно толстостенную бедренную кость. Аналогичная картина выявляется и на плечевой кости, причем свойственная человеку близость медуллярных указателей бедренной и плечевой костей существует также у большинства четвероногих приматов без резко выраженной специализации лоства. Многие ископаемые гоминиды (синантроп, некомоторного аппарата. Многие ископаемые гоминиды (синантроп, не-которые палеоантропы) обладали очень толстостенными костями (рис. VI.10). Так, средняя общего медуллярного индекса бедер синантропа равна 35,3, его колебания у неандертальцев Европы от 33,3 до 37,9. Возможны популяционные различия в кортико-медуллярных соотношениях у современных людей. Выражены и индивидуальные вариации строения диафиза, в значительной мере определяющиеся функциональной («рабочей») гипертрофией в связи, прежде всего, с различиями профессиональной и спортивной нагрузки.



Строение губчатой кости хорошо изучено в области верхнего эпифиза бедра. Здесь у человека различают три системы траекторий трабекул костного вещества: одну компрессионную (I система, восходящая от внутренней стенки шейки бедра к эпифизу) и две тензионных (II, радирующая от этого же участка компакты шейки к большому вертелу, и III, более или менее соответствующая оси шейки). Человек, как прямоходящее существо, имеет гораздо более четкую дифференцировку костных пластинок, чем обезьяны. Даже у человекообразных обезьян эти системы развиты много слабее. У низших обезьян тензионные трабекулы, по-видимому, еще менее выражены или даже отсутствуют. Следовательно, структура губчатого вещества верхнего конца бедра является признаком большого таксономического веса. Однако это типичное для человека строение губчатого

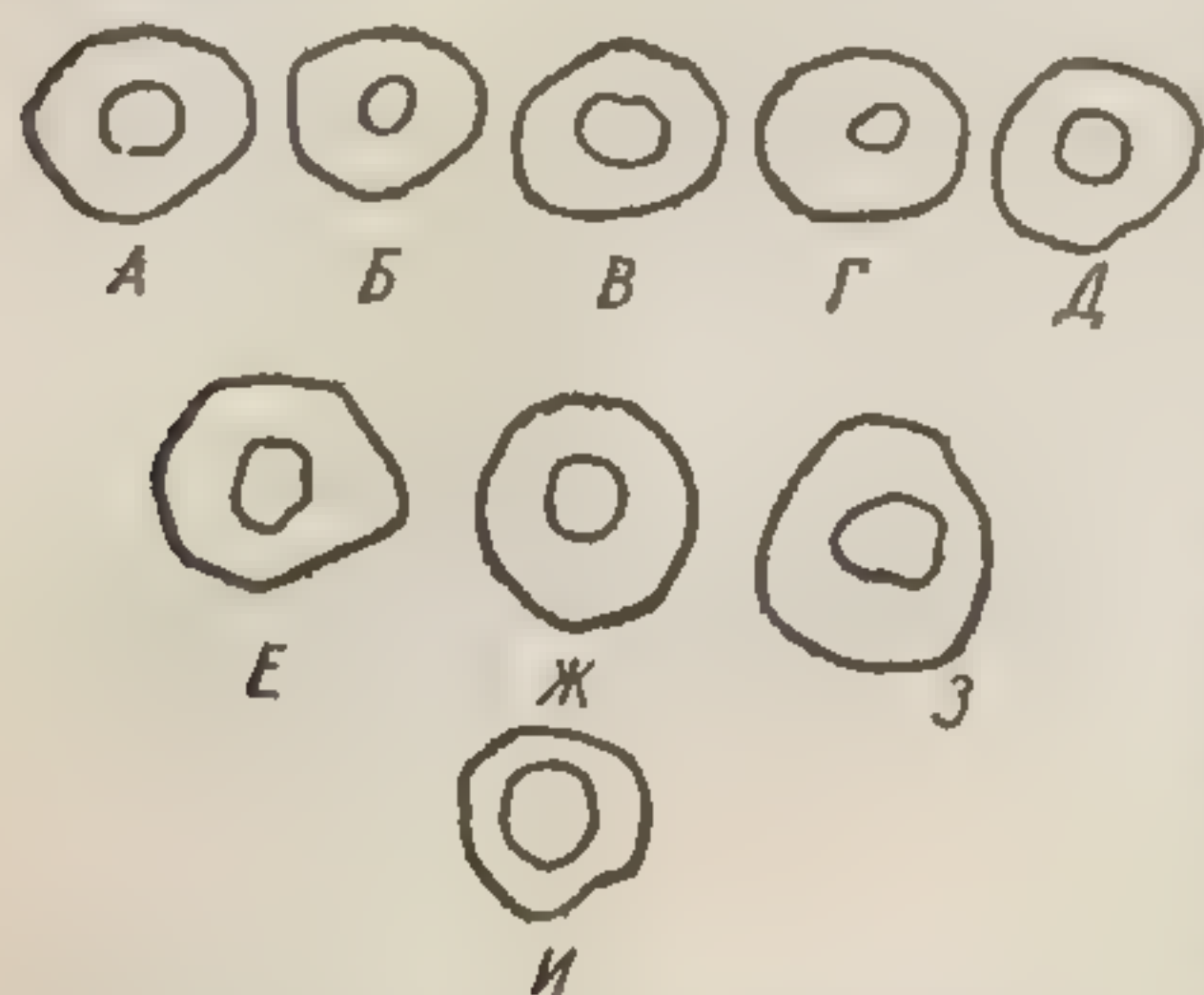


Рис. VI.10. Внутреннее строение бедренной кости гоминид (по Weidenreich, 1941):

A—Д — синантропы; E—З — неандертальцы; И — современный человек

вещества появляется только после рождения; в плодном периоде тонкие перекладины спонгиозы имеют радиальное направление без поперечных соединений. В дальнейшем с возникновением типичной функциональной структуры костные перекладины лишь утолщаются. Индивидуальная изменчивость структуры также в большой мере определяется рабочей гипертрофией. Одним из проявлений последней может быть крупноячеистый тип губчатого вещества и увеличение плотности перекладин. На костях некоторых ископаемых гоминид (синантропов, палеоантропов) наблюдается своеобразный «диффузный» вариант строения этой области — непрерывная радиация костных пластинок I и II систем от общего участка концентрации компакты на уровне малого вертела.

Особенностью строения компакты человека, по сравнению с другими приматами, является такое соотношение всех ее структурных элементов, которое обеспечивает высокую устойчивость кости при сравнительно небольших ее размерах. При средней величине тела у человека плотность остеонов низкая, размеры их большие, интенсивность внутреннего remodelирования наибольшая, т. е. динамико-морфологические показатели у человека самые высокие.

## ЧЕРЕП

К отличительным признакам черепа человека сравнительно с черепом шимпанзоидного типа следует отнести увеличение абсолютных и относительных размеров мозгового отдела, повышение и округление свода, ротацию затылочной области черепа назад и вниз, разрастание верхней части чешуи затылочной кости, изменение положения затылочного отверстия, изгиб основания черепа, перестройку рельефа, сокращение лицевого отдела, укорочение нёба и уменьшение выступания лица, грацилизацию нижней челюсти, изменение формы альвеолярных дуг с большим округлением их передних отделов, развитие подбородочного рельефа.



## Мозговой отдел

По абсолютному и относительному развитию мозгового отдела черепа человек занимает исключительное положение среди приматов.

Емкость мозгового отдела составляет в среднем для мужчин 1350—1400 см<sup>3</sup> (приводимые в литературе цифры несколько разнятся в зависимости от способа определения емкости), что почти втрое превышает ее величину у наиболее крупных современных обезьян — горилл (500 см<sup>3</sup> у самцов). У женщин емкость черепа меньше в среднем на 10%. Групповые вариации признака — примерно от 1200 до 1600 см<sup>3</sup>, индивидуальный размах шире и составляет 1000—2000 см<sup>3</sup>. Эти различия соответствуют вариациям веса мозга и в некоторой степени зависят от размеров тела.

При определении емкости черепа используются как прямые методы (с помощью различных сыпучих веществ, воды), так и косвенные (по наружным или, что более точно, внутренним размерам черепа). Сейчас разработаны также методы определения емкости по данным цефалорентгенометрии. В основу расчетных формул кладутся тотальные размеры мозгового черепа: продольный (Д), поперечный (Ш) и высотный (В) диаметры.

Примеры формул для определения емкости

Формула Мануврие:

$$E = \frac{Д \times Ш \times В}{2,28} \text{ (мужчины); } E = \frac{Д \times Ш \times В}{2,16} \text{ (женщины).}$$

Формула Пирсона:

$$E = 524,6 + 0,000266 Д \times Ш \times В \text{ (мужчины);}$$
$$E = 812,0 + 0,000156 Д \times Ш \times В \text{ (женщины).}$$

Формула Фенара:

$$E = 4\pi abc/3,$$

где  $a$  и  $b$  — соответственно половины Д и В эндокрана, а  $c$  — половина Ш экзокрана.

Иногда применяют и другие размеры черепа, например дуговые, толщину костей и т. д. Такова, в частности, формула Роберта, в которой дополнительно используется средняя толщина стенок черепа (Т):

$$E = \frac{Д \times Ш \times В}{2k},$$

где  $k = 0,96 + T \times 0,03$ .

Для детей разного возраста рекомендуется формула:

$$E = \frac{4}{3} \pi (Rs - e)^3,$$

где  $Rs$  — радиус бипариентальной сферы,  $e$  — средняя толщина костей свода для каждой стадии постнатального онтогенеза.

Существуют формулы определения емкости, основанные на лицевых размерах или размерах других частей скелета, например бедренной кости. Все методы косвенных расчетов дают лишь приблизительные результаты.

Основные диаметры мозгового черепа имеют следующие вариации групповых средних (для мужчин): продольный — 167—198 мм, поперечный — 123—160 мм, высотный — 124—145 мм.

Особое значение в эволюции черепа человека имело абсолютное и относительное увеличение его высоты. Индекс высоты черепного свода составляет у современного человека 50—63, у палеоантропов — 39,1—52,6, у архантропов — 24,6—41,2, максимум у шимпанзе равен 37,7.



Форма черепа. Основные индексы мозгового черепа выражают посредством трех его диаметров соотношение развития этого отдела в длину, ширину и высоту (рис. VI.11). Из них особое значение в краниологии имеет черепной указатель, представляющий процентное отношение поперечного диаметра к продольному. Его рубрикация: до 74,9 — долихокrania, 75,0—79,9 — мезокrania, 80,0 и больше — брахикrania (рис. VI.12).

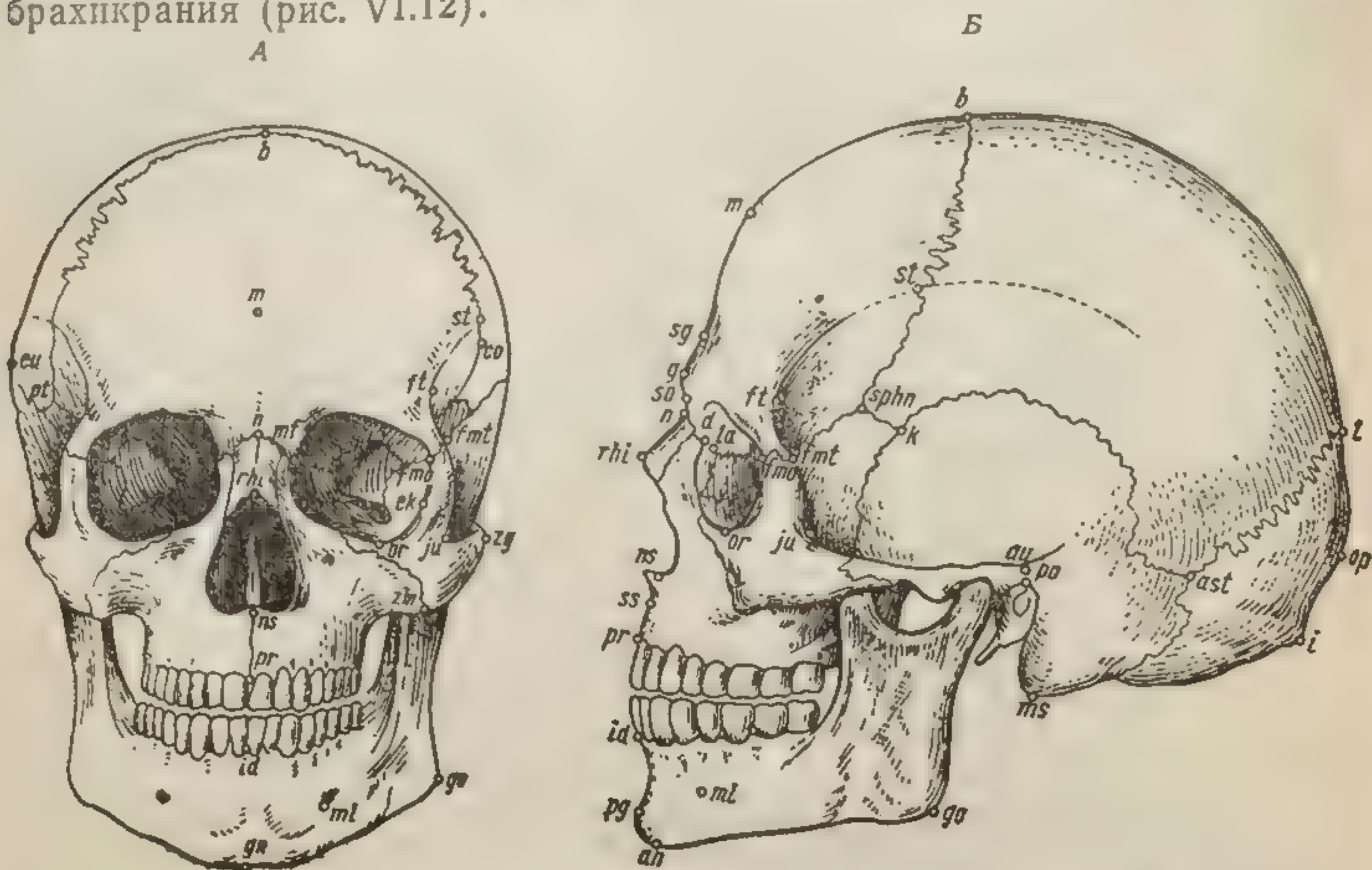


Рис. VI.11. Краниометрические точки спереди (А) и сбоку (Б)

На А: *b* — брегма; *co* — корональная; *ek* — эктоконхион; *eu* — зурион; *fmo* — фронтомаллярная орбитальная; *fmt* — фронтомаллярная темпоральная; *ft* — фронтотемпоральная; *gn* — гнатион; *go* — гонион; *id* — инфрадентальная; *ju* — югальная; *m* — метопион; *mf* — максиллофронтальная; *ml* — ментале; *n* — назион; *ns* — назоспинальная; *or* — орбитальная; *pr* — простион; *pt* — птерион; *rhi* — ринион; *st* — стефанион; *zy* — зигион; *zm* — зигомаксиллярная

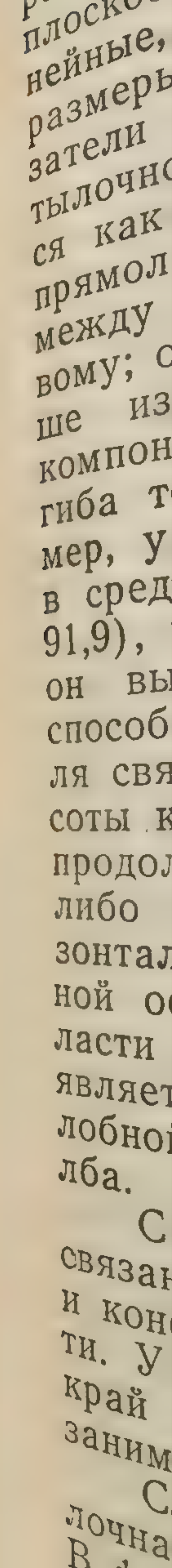
На Б: *ast* — астерион; *au* — аурикулярная; *b* — брегма; *d* — дакрион; *fmo* — фронтомаллярная орбитальная; *fmt* — фронтомаллярная темпоральная; *ft* — фронтотемпоральная; *g* — глабелла; *gn* — гнатион; *go* — гонион; *id* — инфрадентальная; *i* — инион; *ju* — югальная; *k* — кротафион; *la* — лакримальная; *l* — лямбда; *ms* — мастоидальная; *ml* — ментале; *m* — метопион; *n* — назион; *ns* — назоспинальная; *op* — опистокранион; *or* — орбитальная; *pg* — погонион; *po* — порион; *pr* — простион; *rhi* — ринион; *sphn* — сфенион; *st* — стефанион; *ss* — субспинальная; *sg* — супраглабеллярная; *so* — супраорбитальная

Групповые вариации указателя 66—87 (мужчины), индивидуальная изменчивость много шире. Географическое распространение индекса достаточно пестрое и расово-диагностического значения он не имеет, представляя интерес прежде всего для характеристики популяции. Внутри популяции женщины имеют более высокий индекс, чем мужчины, а дети — более высокий, чем взрослые. В обоих случаях это объясняется большей связью с длиной тела продольного диаметра по сравнению с поперечным, вариациями развития рельефа, а также характером роста основания и свода черепа. В плодном периоде форма черепа в 78% случаев определяется как брахикранная (Докладавал, 1967).

Изучение близнецов показало, что диаметры головы и их отношения определяются генетическим фактором в меньшей степени, чем общий размер головы (сумма трех диаметров). Соотношение высоты



Р. плоские, нейные, размерь затели тылочно ся как прямол между вому; с ше из компо гиба т мер, у в сред 91,9), он вы способ ля свя соты к продол либо зонтал ной о ласти являет лобной лба. С связан и кон ти. У край заним С лочна В



Р. плоские, нейные, размерь затели тылочно ся как прямол между вому; с ше из компо гиба т мер, у в сред 91,9), он вы способ ля свя соты к продол либо зонтал ной о ласти являет лобной лба. С связан и кон ти. У край заним С лочна В

Р. плоские, нейные, размерь затели тылочно ся как прямол между вому; с ше из компо гиба т мер, у в сред 91,9), он вы способ ля свя соты к продол либо зонтал ной о ласти являет лобной лба. С связан и кон ти. У край заним С лочна В

Р. плоские, нейные, размерь затели тылочно ся как прямол между вому; с ше из компо гиба т мер, у в сред 91,9), он вы способ ля свя соты к продол либо зонтал ной о ласти являет лобной лба. С связан и кон ти. У край заним С лочна В

Р. плоские, нейные, размерь затели тылочно ся как прямол между вому; с ше из компо гиба т мер, у в сред 91,9), он вы способ ля свя соты к продол либо зонтал ной о ласти являет лобной лба. С связан и кон ти. У край заним С лочна В

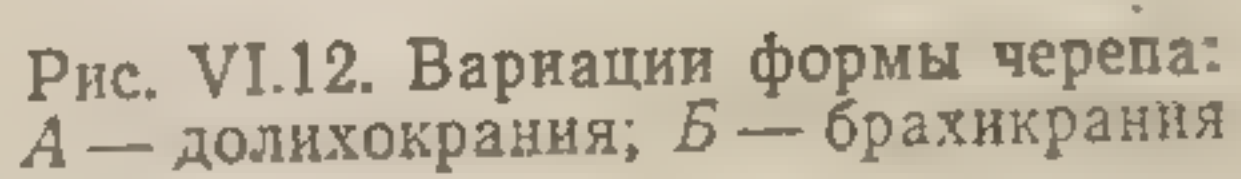


Этот процент  
составляет  
большую

то —  
фрон-  
ту —  
нази-  
сти —

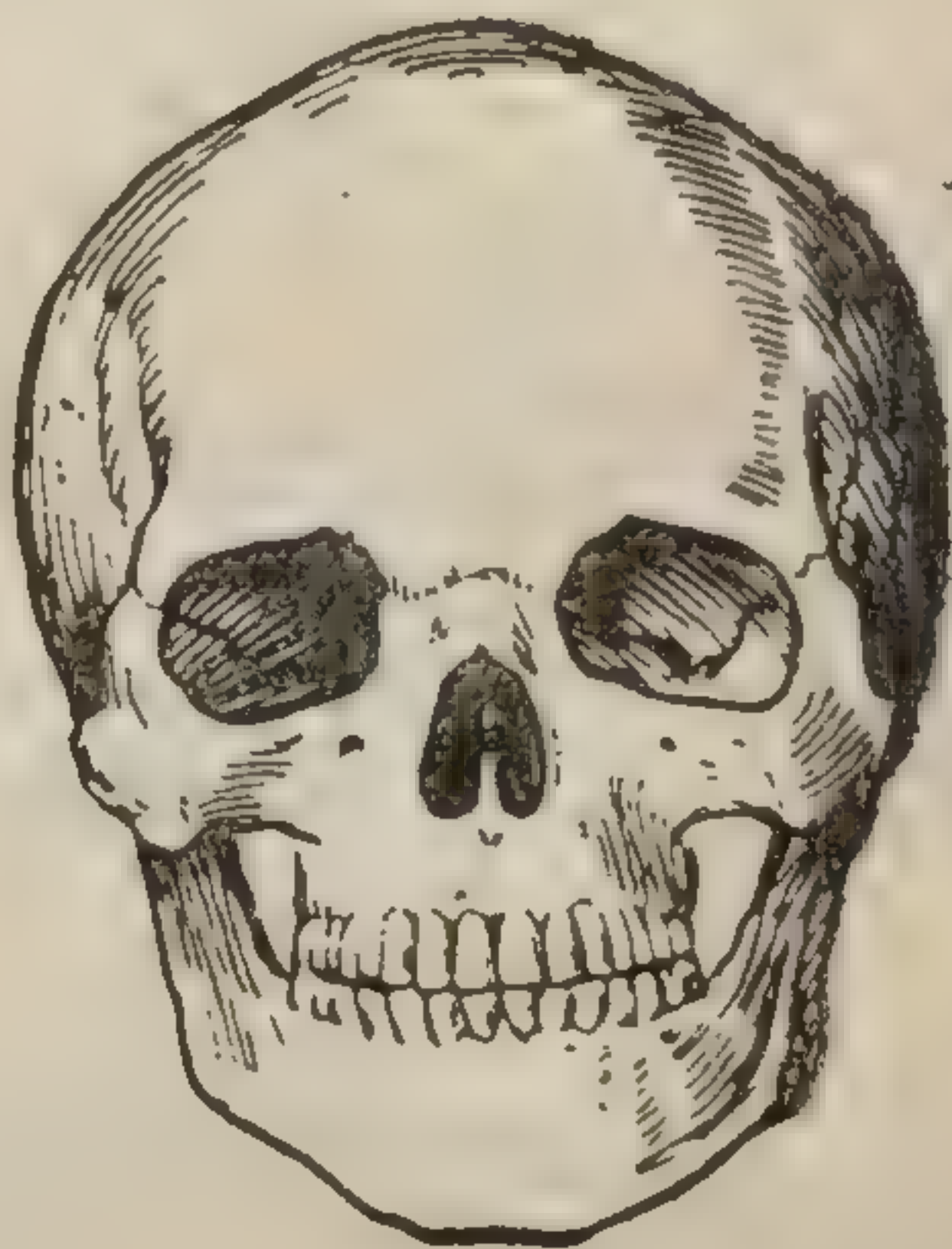
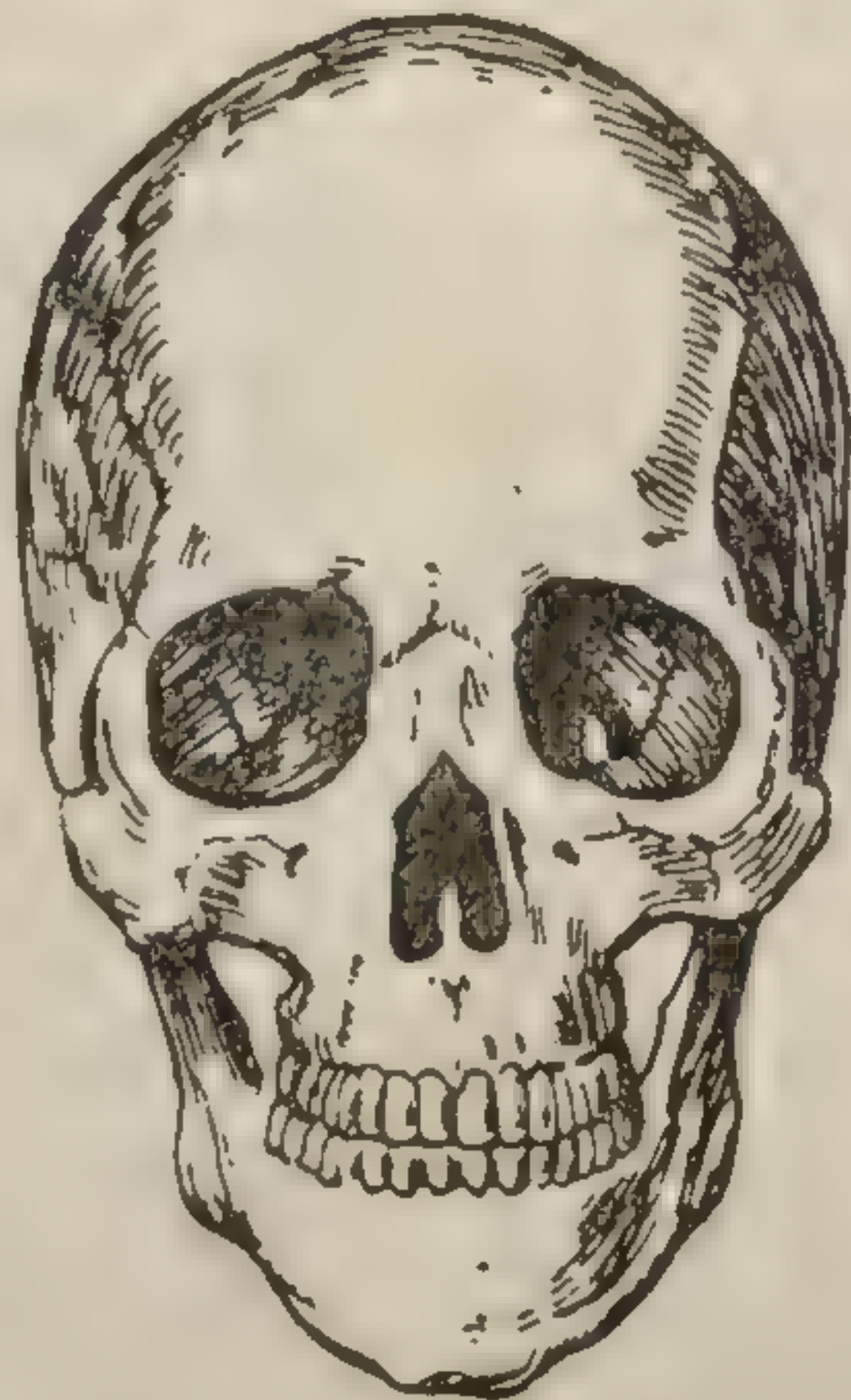
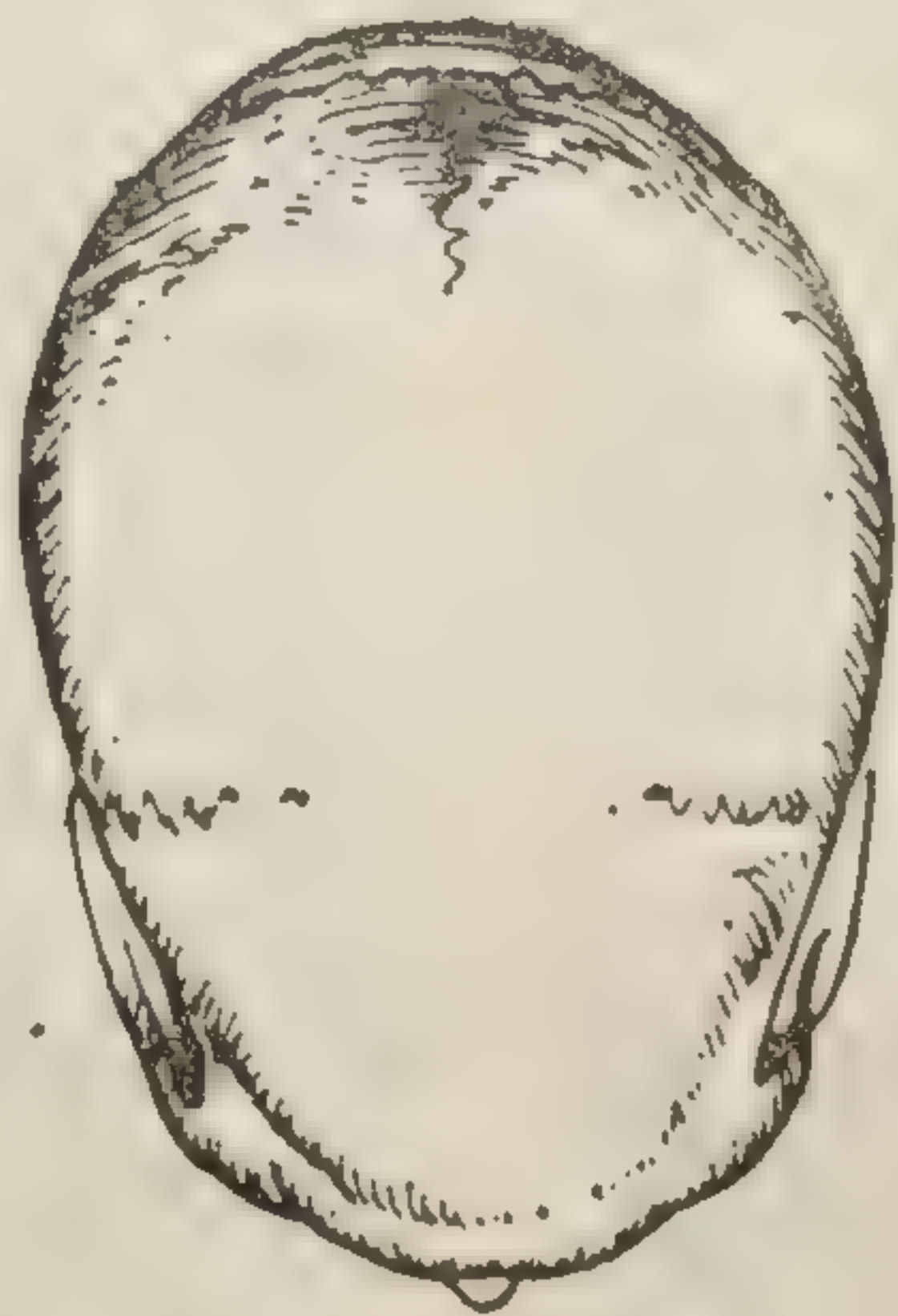
ион-  
фрон-  
таль-  
ида;  
оспи-  
ион;  
оспи-

дуаль-  
те ин-  
он не  
пуля-  
чем  
учаях  
етра  
акже  
орма  
967).  
тно-  
чем  
оты





не свода, но и изменение его формы (округление) и расширение лобной кости. Для оценки конфигурационной агитальной используются линейные и угловые измерения. Указанные измерения и за-определяют отношение расстояния между точками к дуге, чем больше, тем больше. Индекс из-ости, напри-го человека 89,4 (88,6 — х гоминид 8,0. Другие ия указате-рением вы-еских точек над какой-очной гори-дой. Типич-лобной об-ого черепа ление чешуи расширение



А

Б

Рис. VI.12. Вариации формы черепа:  
А — долихокрания; Б — брахиокрания

мозга тесно  
ие размеров  
исочной кос-

исочная чешуя относительно высока, и ее верхний  
ленные очертания, большое крыло основной кости  
сокое положение.

равнительно ранней перестройке подверглась заты-  
ерепа, что связано, по-видимому, с прямохождением.  
инид происходили ротация и округление задней час-



плоскостью, проходящей через суставные отростки, тогда как у человекообразных обезьян он лежит далеко впереди от них.

**Рельеф.** Для современного человека типично отчетливое разделение надбровных дуг, расположенных по обе стороны от срединного возвышения (глабеллярной области), и так называемого надглазничного треугольника в области скулового отростка лобной кости (рис. VI.13). Степень развития рельефа лобной кости варьирует от

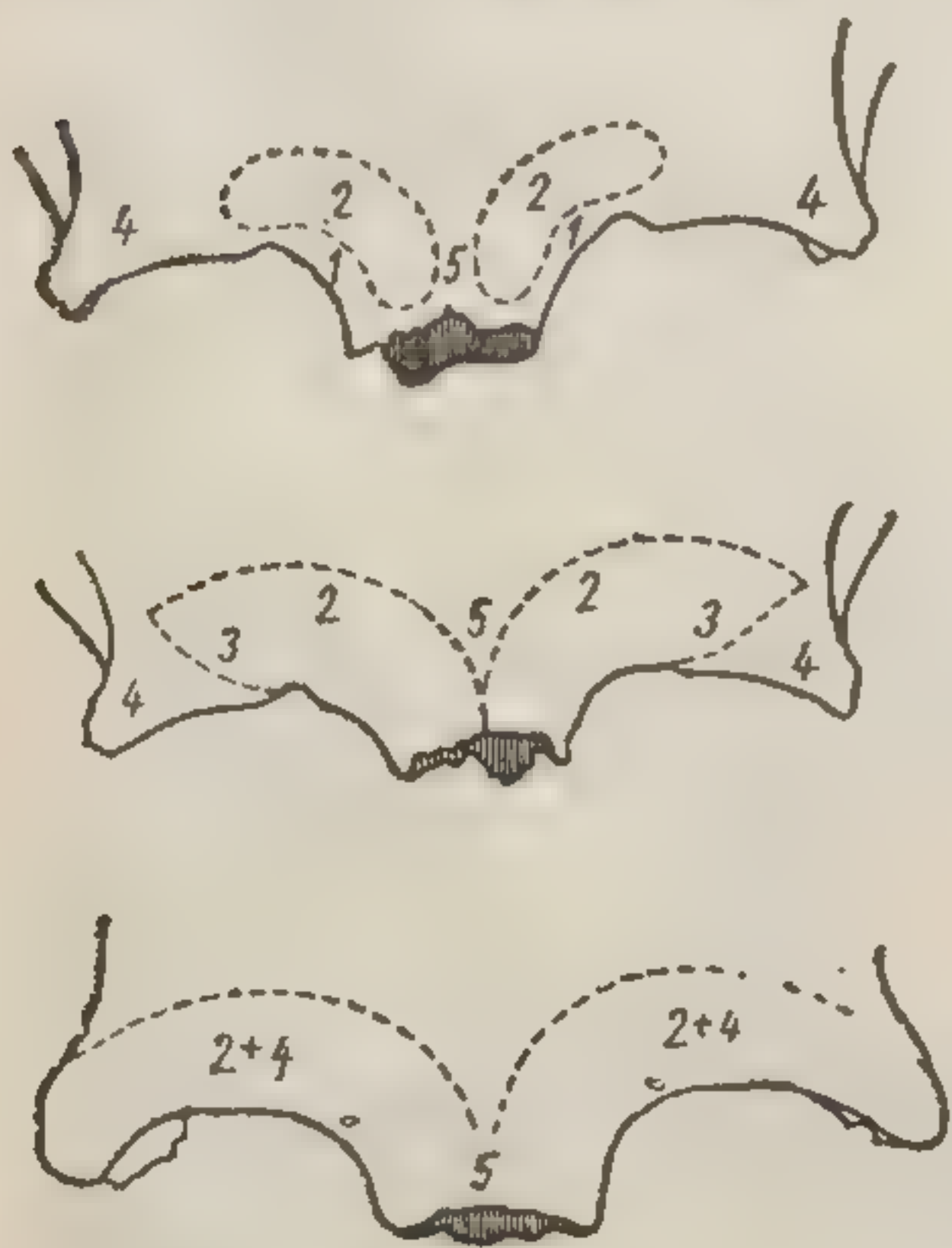


Рис. VI.13. Варианты надбровного рельефа человека:

1 — надглазничный край; 2, 3 — надбровные дуги; 4 — надглазничный треугольник; 5 — глабелла

почти полного его отсутствия до сильной выраженности, с распространением на надглазничный край или даже (в редких случаях) на область скулового треугольника при слиянии всех элементов рельефа. Последний вариант исключительно редок у современного человека. У ископаемых гоминид, напротив, он был весьма распространенным.

В развитии рельефа существуют значительные возрастно-половые, а также индивидуальные и групповые вариации. Этот процесс определяется комплексом факторов, среди которых можно назвать генетический, эндокринный, биомеханический (действие жевательной мускулатуры и мимических мышц) характер ростовых процессов и т. д. Современному человеку свойственна пневматизация нижнего края лобной кости. Лобные пазухи развиваются в онтогенезе начиная с полутора лет. Они обычно имеют треугольную в сагиттальном сечении форму (в отличие от трапеци-

евидной у многих ископаемых гоминид) и чаще бывают двухкамерными. Пазухи подвержены сильной индивидуальной изменчивости. У человека, как и других приматов, по-видимому, отсутствует внутренняя связь развития рельефа и образования лобных пазух. Одним из возможных факторов, влияющих на их развитие, является климатический: у жителей холодных областей Аляски отмечены меньшие размеры лобных пазух.

В области затылка для человека типично ослабление рельефа (выпуклые линии) в латеральном направлении при формировании в центральной части наружного затылочного возвышения. У самцов человекообразных обезьян в этой области находится затылочный гребень — место прикрепления мощного мышечно-связочного комплекса; у самок и молодых обезьян здесь развивается округлое возвышение. На черепе многих ископаемых гоминид отмечен затылочный валик, возникающий, по-видимому, в результате слияния верхних и вышних выпуклых линий. Возрастно-половая и индивидуально-групповая изменчивость затылочного рельефа человека значительна. Сагиттальный гребень на черепе современного человека никогда не наблюдается, а выпуклые линии располагаются довольно низко по отношению к сагиттальному шву. Другая типичная черта человеческого черепа — значительное развитие сосцевидного отростка, особенно его свободного медиального края, а также латерального округления. У обезьян он



отсутствует и даже у ископаемых гоминид обычно развит довольно слабо.

Толщина костей варьирует на черепе человека от 1,9 (чешуя височной кости) до 7 мм (верхняя часть затылочной кости). В целом для современного человека, сравнительно с ископаемыми гоминидами, характерно значительное утончение костей свода, что можно связать с общей грацилизацией его скелета.

### Лицевой отдел

Лицевой отдел черепа человека характеризуется уменьшением продольных и высотных размеров. Укорочение лица наблюдается и в эксперименте при выключении функции жевательных мышц, что подтверждает важную роль собственно функционального (биомеханического) фактора для структуры всего лицевого черепа. Изменчивость измерительных признаков лицевого отдела черепа узконосых приматов, включая человека, выше, чем мозгового. Лицевой отдел черепа человека уменьшен и сравнительно с мозговым отделом.

Сопоставление развития этих отделов черепа производится разными способами. Планиметрический индекс (Штраца) представляет процентное отношение поверхности лицевого отдела черепа к поверхности мозгового отдела. Он определяется в боковой норме, граница обоих отделов проходит по линии лобно-носовой шов—спинка турецкого седла — передний край затылочного отверстия. Указатель представляет таксономическую ценность при разграничении черепов человека и крупных человекообразных обезьян. Его величина у человека обычно не более 55, у шимпанзе он равен 90,4, а у орангутана — 102. Объемный цереброфациальный указатель составляет у человека 212,4—337,8, у шимпанзе 856,7—859,5, у орангутана 1030. Модуль цереброфациальных соотношений определяется как процентное отношение произведений основных диаметров мозгового и лицевого отделов черепа. У современного человека этот индекс составляет в среднем 228, у палеоантропов и синантропов он ниже 200.

Основные диаметры лицевого отдела имеют следующие вариации групповых средних (для мужчин): полная высота 110—126 мм, верхняя высота 60—80, скуловая ширина 120—150 мм.

Вертикальные и поперечные размеры лица проявляют лишь небольшую внутригрупповую корреляцию, причем оба размера связаны с длиной тела, но в неодинаковой степени. Высота лица коррелирует с длиной тела больше, чем ширина, так что высокорослые индивиды, сравнительно с низкорослыми, и взрослые люди, сравнительно с детьми, имеют относительно более узкое лицо. Например, низкое и узкое лицо характерно в целом для экваториальных антропологических типов. Очень крупный (высокий и широкий) лицевой отдел свойствен черепам многих ископаемых гоминид, особенно неандертальцев.

Форма лицевого отдела выражается процентным отношением полной (или верхней) высоты лица к скуловой ширине. Рубрикация первого индекса: до 84,9 — зурипрозопия, 85,0—89,9 — мезопрозопия, 90,0 и более — лептопрозопия. Рубрикация второго индекса: до 49,9 — зурнен, 50,0—54,9 — мезен, 55,0 и более — лептен (от греч. *eurys* — широкий, *mesos* — средний, *leptos* — тонкий, *prosopon* — лицо). Второй индекс чаще применяется в краниологии. Его групповые вариации индекса устанавливаются после прорезывания всех зубов. У ребенка они меньше, чем у взрослого, а в старости (в связи с редукцией альвеолярных отростков) ниже, чем в зрелом возрасте.

Вертикальная и горизонтальная профилировка. Уменьшение лицевого черепа сочетается у человека с укорочением нёба и меньшим выступанием лица. Общий лицевой угол составляет у человека в сред-



нем  $83,5^\circ$ , у шимпанзе —  $56^\circ$ , индивидуальный максимум последнего ( $69^\circ$ ) не достигает минимальных групповых значений у человека. При сходном (в целом) типе роста черепа человека и приматов наблюдаются некоторые существенные локальные различия. Так, у человека отмечено выступание носа на фоне уменьшения общего прогнатизма, а также возникновение наружной носовой ости. Эти особенности сформировались в филогенезе гоминид довольно рано: уже у синантропа общий лицевой угол ( $84,5^\circ$ ) практически совпадает со средним у современного человека. У последнего групповые вариации угла находятся в пределах  $75-90^\circ$  со следующей рубрикацией признака: до  $79,9^\circ$  — прогнатия,  $80,0-84,9^\circ$  — мезогнатия,  $85,0^\circ$  и более — ортогнатия (от греч. *gnathos* — челюсть).

У человека существует лишь небольшая внутригрупповая корреляция углов средней и альвеолярной части лица, так что альвеолярный прогнатизм может сочетаться с мезо- или даже ортогнатностью носового (среднего) отдела. Групповые (территориальные) вариации отмечены по степени альвеолярного прогнатизма, причем наименьшие значения этого угла отмечены у экваториальных групп. Дети в целом имеют более ортогнатное лицо, чем взрослые.

Степень уплощенности верхнего и среднего отделов лицевого скелета оценивается тригонометрически при помощи назо-малярного и зиго-максиллярного углов. Групповые вариации первого от  $135$  до  $149^\circ$ , второго — от  $123$  до  $142^\circ$ , причем наиболее низкие значения обоих углов («сильная» горизонтальная профилировка) встречаются у европеоидных, а наиболее высокие («слабая» профилировка) — у монголоидных групп. Дополнительно определяется глубина клыковых ямок. Обычно они мельче на черепах со слабой горизонтальной профилировкой. В целом у детей горизонтальная профилировка слабее, чем у взрослых, а у женщин — слабее, чем у мужчин (по данным на живых людях). Для многих ископаемых гоминид специфично сочетание сильной горизонтальной профилировки с мало выраженной клыковой ямкой.

У женщин относительная высота орбит (к высоте лица) больше, чем у мужчин, а у детей больше, чем у взрослых. Форма орбит выражается орбитным указателем, представляющим процентное отношение высоты орбит к их ширине. Рубрикация индекса следующая: до  $75,9$  — хамеконхия;  $76,0-84,9$  — мезоконхия;  $85,0$  и более — гипсиконхия. Групповые средние варьируют от  $74$  до  $93$ ; у женщин указатель выше, чем у мужчин, а у детей выше, чем у взрослых. У многих ископаемых гоминид глазницы абсолютно и относительно крупные.

Определенная перестройка носовой области по типу, свойственному человеку, произошла в эволюции рано: полагают, что уже у плiocенового рамапитека («рудапитека») носовые кости выступали за профильную линию, у некоторых австралопитеков развита наружная носовая ость. Образования, гомологичные наружной носовой ости, могут наблюдаться и у африканских человекообразных обезьян. Выступание носовых костей зависит и от вертикальной профилировки лица. Выступание переносья обычно характеризуется симметрическим и дакриальным указателями. Первый оценивается как процентное отношение высоты переносья на уровне наименьшей ширины носовых костей к этому размеру; его групповые вариации от  $20$  до  $53$  с минимальными значениями у экваториальных групп, для которых характерно более уплощенное переносье. Аналогичное направление вариаций существует и для дакриального указателя. На женских черепах оба указателя в среднем ниже, чем на мужских. Носовой указатель (процентное отно-



шение наибольшей ширины грушевидного отверстия к его высоте) имеет следующую рубрикацию: до 46,9 — лепториния, 47,0—50,9 — мезориния, 51,0 и более — хамериния. Групповые вариации индекса 42—60. Наиболее высокие значения индекса встречаются у экваториальных групп, очень низкие — у некоторых северных европеоидных и монголоидных групп (особенно у эскимосов). У женщин указатель больше, чем у мужчин, а у детей больше, чем у взрослых.

Таким образом, тенденция к прогнатизму в групповом масштабе связывается с невысоким и широким носом. Для ископаемых гоминид типичен абсолютно и относительно широкий носовой отдел черепа (хамериния или гиперхамериния).

**Нижняя челюсть.** Для современного человека типично уменьшение массивности нижней челюсти, отражающее общую редукцию жевательного аппарата. Сокращение длиннотных размеров лица отразилось как на форме самой нижней челюсти (укорочение и расширение), так и на конфигурации альвеолярных дуг. Типично большее округление их передних отделов с абсолютным и относительным утончением альвеолярных отростков. Форма зубной дуги в основном бывает эллиптической; на верхней челюсти она обычно почти параболическая, на нижней — гиперболическая. Особый интерес представляют преобразования симфизеальной области — увеличение угла ее наклона к альвеолярной плоскости и возникновение подбородочного возвышения. У современного человека передняя пластинка направлена сзади и сверху вперед и вниз, у обезьян она имеет обратное направление.

Формирование характерного контура этого отдела нижней челюсти связано с возникновением выступающей треугольной площадки, отличающей человека от других приматов. У человекообразных обезьян нижний отдел симфиза располагается почти горизонтально, составляя так называемую «обезьянью» (базальную) пластинку, отсутствующую у человека. Прогрессивный характер подбородочного рельефа выявляется при сравнении показателей его изменчивости с аналогичными параметрами надглазничного рельефа. Изменчивость этих компонентов рельефа различна: для надглазничного рельефа она в 2—3 раза выше, чем для подбородочного. Возникновение подбородка связывалось с редукцией жевательного аппарата, затрагивающей альвеолярную часть тела нижней челюсти в большей мере, чем базальную, а также с преобразованием общей формы черепа в сторону укорочения лицевого отдела и с особым характером смены зубов. С внутренней стороны симфиза у человека имеется возвышение в месте прикрепления подбородочно-язычной и подбородочно-подъязычной мышц (двойная подбородочная ость). У обезьян в связи с иным характером прикрепления мышц образуется ямка. У ископаемых гоминид наблюдаются оба варианта. Варьирует и морфология подбородочного отверстия, у человека обычно одиночного. Среди ископаемых гоминид варианты одиночного и множественного отверстия не показывают связи с таксономическим положением формы. Гоминидный вариант нижнечелюстного сустава — глубокая сочленовная ямка с малым передним диаметром и развитыми сочленовным и позадисочленовным бугорками. Увеличение глубины сочленовной ямки связано со значительным размахом движений нижней челюсти в вертикальном направлении, что прослеживается и в онтогенезе. К старости ямка снова уплощается; у мужчин ее глубина больше, чем у женщин.

**Эпохальные изменения черепа.** Изменения формы черепа во времени отличаются темпом, направлением и степенью выраженности. Начиная с неолита, но особенно на протяжении последнего тысячеле-



тия в ряде областей земного шара отмечается тенденция повышения черепного указателя. Так, за последние 50 лет головной указатель у японцев (мужчин) увеличился на 3,3 единицы (брахикефализация). По-видимому, в Восточной Европе и Западной Азии этот процесс шел быстрее, чем в Западной Европе, а в центральных районах Европы и Азии быстрее, чем в северных и южных. Вместе с тем на протяжении последнего столетия во многих странах с высоким головным указателем отмечается процесс дебрахикефализации. По-видимому, эпохальные изменения формы черепа в наибольшей мере связаны с наследственными факторами (смещение, гетерозис, сдвиг доминантности генов, прямо и косвенно влияющих на рост мозгового черепа). Эпохальные изменения лицевого отдела и нижней челюсти проявляются преимущественно в виде тенденции к грацилизации, наблюдающейся, начиная с мезолита (и даже ранее), главным образом в Европе и Азии. Все эти колебания, однако, не затрагивают основ видового «сапинтового» комплекса черепа человека, сформировавшегося уже к верхнему палеолиту.

**Варианты строения.** Поскольку в онтогенезе существует множественность закладок и сложность окостенения многих костей черепа, значительная часть вариантов развития черепа связана с нарушениями в ходе окостенения. Метопизм — сохранение лобного шва во взрослом состоянии. Его частота варьирует от 0 до 33%; наиболее высокие значения (свыше 10%) наблюдаются в Закавказье, на Ближнем Востоке, в Северной Африке и некоторых районах Юго-Восточной Азии. Кость ликов — гомолог межтеменной кости некоторых млекопитающих. Частота встречаемости варьирует от 0 до 20%. Раздвоенная скуловая кость, известная как «кость японцев» или «кость айнов», встречается в 0—16,7% случаев, причем в монголоидных группах, по-видимому, несколько чаще, чем в других. Значительные вариации связаны с областью птериона, где в височной ямке сходятся лобная, теменная, височная кости и большое крыло основной. Обычный для человека вариант — теменно-основной птерион с разделением лобной и височной костей. Напротив, у узконосых обезьян чаще наблюдается лобно-височный птерион. У человека такой вариант отмечен в 0,9—9,8% случаев. Он обусловлен наличием лобного отростка височной кости или (очень редко) височного отростка лобной кости. Еще один вариант птериона — стенокротифия, или Х-образный птерион (1—8%), состоит в схождении всех четырех костей в одной точке.

Родничковые кости (или большие вормиевы) развиваются в перепончатой ткани родничков; брегматическая кость (0—5%) — в лобной части черепа, верхушечная кость (0—38%) — в затылочной части. Шовные (малые вормиевы) косточки отмечаются чаще. Они располагаются в лямбдовидном шве (14,5—76,9%), в сосцевидно-затылочном, в области астериона, в чешуйчатом, сагиттальном, венечном швах (0—32%). Дополнительные швы, родничковые и шовные кости найдены также и у ископаемых гоминид. Одни из этих «неметрических» вариантов строения черепа выявляются очень часто: теменное отверстие — в 44,2—62% случаев, надглазничное — в 11,2—53%, другие исключительно редки. Наиболее вероятные причины возникновения подобных отклонений — генетические (мутационные процессы, генный дрейф, изоляция), из числа других факторов указывают на патологию, в том числе эндокринную и др.

**Деформации черепа.** Синостотические деформации связаны с преждевременным зарастанием какого-нибудь шва. Наибольшее значение имеют следующие. Скафоцефалия (греч. *scaphe* — челнок) — длин-



ный, узкий, низкий череп, высокое лицо, сильно выступающий лоб; причина — раннее зарастание сагиттального шва и компенсаторный рост в венечном и лямбдовидном швах. Акроцефалия (греч. *akron* — вершина) — башнеобразный череп из-за преждевременного зарастания венечного и лямбдовидного швов и компенсаторного роста в сагиттальном шве, особенно вверх. Самый частый вариант деформации связан с областью затылка. Это, прежде всего, плагиоцефалия (греч. *plagios* — скошенный) — чрезмерное уплощение и асимметричная скошенность затылка (обычно преобладает левосторонняя асимметрия).

Искусственная деформация известна для многих древних и современных популяций. Описано несколько видов деформации: циркулярная (круговая повязка), древних перуанцев (комбинация круговой повязки с сагиттальной и специальное закрепление головы в колыбели), клинообразная и др. Различные варианты уплощения затылка часто могут являться следствием длительного пребывания ребенка в колыбели («бешик» на Кавказе и в Средней Азии).

Деформации общей формы черепа могут быть и церебрального происхождения. Сюда относятся анэнцефалия, микро- и макро(гидро)-цефалия. В литературе отмечена роль мутаций генов, контролирующей формирование нервной системы, патологии развития нервной трубки в происхождении анэнцефалии и микроцефалии и существование определенных «периодических волн» распространения анэнцефалии. Череп микроцефала имеет резко уменьшенные размеры (емкость до 400 см<sup>3</sup>), нередко открытые швы, покатый лоб с сильным развитием рельефа, сближенные височные линии, уплощенный затылок. Макро(гидро)цефалия обычно связана с большими размерами черепа (и мозга) за счет скопления жидкости в желудочках мозга и субдуральном пространстве. Череп макроцефала обычно брахноидный, лоб сильно выпуклый. Аналогичные проявления отмечены и при экспериментальной гидроцефалии у животных.

#### ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРЫ СКЕЛЕТА

**Возрастные изменения.** Возрастные изменения затрагивают как макро-, так и микроструктуру скелета, а также его минерализацию, окончательный уровень которой определяется примерно в 20 лет с последующей относительной стабилизацией в 20—49 лет. Наибольший подъем минерализации костей в постпубертатное время происходит у девушек на 1—2 года раньше, чем у юношей. Содержание кальция у новорожденного 25,5%, у грудных детей — 24,7%. У стариков оно вновь повышается до 26,6%. По другим данным, содержание кальция увеличивается до 60 лет, затем снижается.

Для оценки скелетного возраста обычно определяется число и последовательность появления центров оссификации. Чаще всего используется область кисти и лучезапястного сустава, хотя корреляции процессов окостенения на всем скелете недостаточны, чтобы можно было говорить о полной адекватности скелетного возраста какой-нибудь его части возрасту целого скелета. Вместе с тем в пределах указанного региона получены достаточно высокие связи между всеми компонентами кисти, что дает теоретическую основу для определения скелетного возраста по отдельным костям кисти. Наиболее распространенные методы описательной оценки: стандартные рентгенограммы (метод Грейлиха — Пайла) и «метод подсчета очков» (Таннер — Уайтхауз). Предложены и сокращенные способы определения скелетной зрелости,



например по головчатой кости, III лучу, IV пястной. Из числа метрических приемов используются индексы, в том числе планиметрический индекс оссификации запястья, дающий достоверную связь с числом центров окостенения. Значительную ценность представляет и кортикальный (медуллярный) указатель. Особенно часто определяется кортикальный индекс II пястной кости, возрастная динамика которого прослежена рядом авторов от рождения до зрелого и даже старческого возраста. Вслед за небольшим уменьшением в детстве (до 3 лет) относительная толщина компакты более или менее постоянно увеличивается до 15 и 18 лет (соответственно у женщин и мужчин). После периода относительной стабилизации существует отрицательная связь кортикального индекса с возрастом, степень которой варьирует в зависимости от формы кости и ее половой принадлежности. Например, в период 25—85 лет медуллярный указатель бедренной кости повышается у мужчин на 8 единиц, у женщин — на 4, на плечевой кости соответственно на 15 и 14 единиц; сагиттальный диаметр медуллярной полости увеличивается с возрастом сильнее, чем поперечный.

Из других возможных критериев определения возраста по внутренней структуре кости следует упомянуть о возрастном биоморфозе спонгиоза бедра и особенно плеча. Так, постепенное распространение медуллярной полости к хирургической шейке плечевой кости наблюдается в 5-е десятилетие, а интенсивное — в 6-е и 7-е десятилетия.

Возрастные изменения затрагивают и микроструктуру. Меняются, например, количественные соотношения между структурными элементами гаверсовой и внегаверсовой систем. По некоторым данным, определение количества остеонов и интерстициальных пластинок на 1 мм<sup>2</sup> площади дает отклонение возраста всего на  $\pm 2,5$  года. Есть сведения о высокой корреляции между возрастом и числом остеонов обеих берцовых костей, причем этот способ определения возраста (на основе уравнения регрессии) может применяться до 95 лет. Возможно, что возрастное увеличение числа остеонов отражает прежде всего расширение самого остеонного слоя — мезостальной области.

С возрастом меняется объем полостей по отношению ко всему объему компакты. Так, для середины диафиза бедра это отношение составляет у новорожденных 38,2%, у грудных детей — 41,5, у взрослых — 24,5, у стариков — 27,6. Плотность (вес сухой обезжиренной кости, деленный на ее объем) также есть функция возраста. Следует разграничивать физиологическую возрастную инволюцию скелета, начинающуюся после 40—50 лет (раньше у женщин) от собственно остеопороза — патологического процесса разной этиологии, при котором остеопения превышает нормальный уровень возрастной атрофии. Возрастной остеопороз неравномерно отражается на различных отделах скелета, спонгиоза затрагивается больше, чем компакта. Меняются с возрастом и механические свойства кости, что связывается с ультраструктурными изменениями. Образуются радиальные мостики кальцифицированной ткани между минерально-органическими агрегатами остеонов, от которых в наибольшей степени зависит эластичность кости, следствием этого является повышение ломкости костей.

Наибольшие сложности обычно возникают при определении скелетного возраста начиная с 3-го десятилетия жизни. Основным макрокопический критерий для старших возрастов — последовательность и степень облитерации черепных швов. Однако существует значительная вариабельность процессов облитерации — индивидуальная и, видимо, половая. Наибольшая точность определения возможна в 18—30 лет и после 60—70 лет. Среднеквадратическое отклонение опреде-



ления возраста по швам наружной пластинки составляет 11—12 лет; это отклонение несколько уменьшается при учете состояния швов внутренней пластинки, которая в первую очередь затрагивается у человека процессами облитерации.

В старших возрастах (после 20 лет и до 55—60 лет) прослеживается также увеличение толщины костей черепного свода, размеров турецкого седла, клиновидных и лобных пазух, возрастают и наружные и внутренние диаметры черепа, высота костной части носа, основные размеры нижней челюсти. Увеличение толщины диплоэ наблюдается и после 60 лет, но одновременно истончаются наружная и особенно внутренняя кортикальные пластинки. После 60 лет в связи с атрофией альвеолярного отростка нижней челюсти увеличивается угол ее ветви и выступание базальной части тела. Из числа других костей скелета для определения индивидуального возраста взрослых людей по внешней структуре используется лобковая, особенно область симфиза. Одним из распространенных показателей старения скелета являются остеофиты, наиболее стабильно образующиеся в области фаланг кисти и на позвонках (в 100% после 60 лет), а также усиление рельефа костей, проявления остеосклероза, деформации суставов.

**Половой диморфизм.** В структуре скелета человека выражены половые различия. Обычно при определении пола используются компоненты с наиболее отчетливым половым диморфизмом: череп, таз, грудина. Определяются морфометрические и морфоскопические признаки: абсолютные и относительные размеры, углы, масса костей, рельеф, а также некоторые особенности внутренней структуры. Значительное число признаков полового диморфизма обусловлено влиянием фактора общего размера. Так, к числу разграничительных признаков на черепе человека относятся почти все тотальные и парциальные абсолютные размеры, причем в большинстве случаев различия существенны. Обычно эта дифференциация сильнее выражена на лицевой части черепа. Вместе с тем отмечается «непропорциональный» половой диморфизм, например в области нижней челюсти, где различия в высоте ветви наиболее отчетливы сравнительно с другими ее размерами, как и вообще другими признаками лицевого отдела. Особое значение имеют также сагиттальная длина сосцевидного отростка и его модуль (произведение длины отростка на высоту), дающий наиболее статистически значимые различия по сравнению с другими индексами. Многие абсолютные размеры таза, костей плечевого пояса, длинных костей и т. д. также больше у мужчин. Из числа последних особое дифференцирующее значение имеют диаметры костей, образующих коленный и локтевой суставы. Однако наибольшую ценность для половой диагностики представляют признаки, относительно независимые от влияния тотальных размеров. На черепе это в первую очередь рельеф, а в области таза — лобковый угол, форма большой седалищной вырезки (проявляющая половой диморфизм уже в плодном периоде), абсолютное и относительное (к седалищной) развитие лобковой кости. В последнее время предложены морфоскопические методы определения пола по лобковой кости, дающие высокую точность. Из числа других костей чаще используются грудина, ключица, лопатка, I и II шейные позвонки, длинные трубчатые кости. В методическом плане следует подчеркнуть необходимость популяционного подхода при оценке полового диморфизма, поскольку он может варьировать по степени выраженности в разных популяциях при однозначной направленности во всех группах современного человека. Все чаще для диагностики пола с успехом применяются математические методы: дис-



криминантная функция (череп, таз, крестец, грудина, кости стопы), кластерный анализ (череп). Предложены и методы химического определения пола на костях, например по содержанию цитрата.

## МЫШЦЫ И ИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Скелетные мышцы выполняют в теле человека множество функций, имеющих отношение к самым различным сторонам жизнедеятельности организма: перемещение тела в пространстве, тончайшие движения рук и пальцев, дыхательные движения, жевание и глотание, мимика, артикуляция звуков и пр.

Функциональное многообразие скелетных мышц человека достигается особенностями их структуры и соотношений с костными рычагами. Формирование этих особенностей мышц в процессе индивидуального развития человека происходит в зависимости от условий их функционирования. Скелетная мускулатура человека претерпела глубокие изменения в процессе антропогенеза в связи с прямохождением, способностью к труду и членораздельной речи.

### СТРОЕНИЕ МЫШЦ

Основными структурными элементами скелетной мышцы являются поперечнополосатые мышечные волокна, которые осуществляют ее сокращение. Мышечные волокна заключены в рыхлую соединительную ткань, образующую вокруг них эндомизию. Волокна собраны в пучки, окруженные внутренним перимизием. Рыхлая соединительная ткань, покрывающая всю мышцу, называется наружным перимизием. Внутримышечная соединительная ткань выполняет опорную функцию. В ней разветвляются кровеносные капилляры, питающие мышечные волокна, а также двигательные, чувствительные и симпатические нервы, иннервирующие мышцу.

Длина мышечных волокон колеблется от нескольких миллиметров до 12,5 см (в портняжной мышце), толщина — от 9 до 100 мкм. Длина и диаметр мышечного волокна в целом пропорциональны величине мускула. В коротких мышцах длина мышечных волокон может быть равна длине мышцы, в длинных — волокна намного короче мышцы.

Мышечные волокна представляют собой симпластические многоядерные образования. Вытянутые в длину палочковидные ядра расположены по периферии волокна. Количество их варьирует от нескольких десятков до многих сотен в зависимости от длины мышечного волокна. Оболочка мышечного волокна — сарколемма — тесно связана с системой внутримышечной соединительной ткани. Большая часть цитоплазмы мышечного волокна (саркоплазмы) занята миофибриллами, образующими сократительный аппарат мышцы. Свободная часть саркоплазмы находится главным образом в участках, окружающих ядра. Миофибриллы имеют толщину 0,5—2 мкм. Они состоят из тонких нитей — миофиламентов, или протофибрилл. Различают тонкие толстые — из миозина (диаметр 10 нм). В миофибриллах чередуются диски А (анизотропные, с двойным лучепреломлением) и диски И (изотропные). Первые в поляризованном свете выглядят темными, вторые — светлыми. Чередование этих дисков обуславливает поперечную исчерченность мышечного волокна. В области дисков И находятся только тонкие миофиламенты, в области дисков А — и тонкие, и толстые. Посредине дисков поперек проходят мембраны, составляющие



часть опорного аппарата волокна и тесно связанные с сарколеммой: в светлом диске — телофрагма (Т), или линия Z, в темном диске — мезофрагма (М). Сокращение мышечного волокна происходит в результате взаимодействия белковых молекул актина и миозина. При этом тонкие и толстые миофиламенты скользят относительно друг друга так, что тонкие входят в промежутки между толстыми, и изотропные диски сокращаются в своих размерах вплоть до полного исчезновения.

Мышечные волокна неоднородны по своей структуре. Почти в каждой мышце человека можно найти волокна двух типов — красные и белые. Красные волокна (I тип, тонические) имеют меньший диаметр, богаче саркоплазмой, миофибриллы в них собраны группами. Темно-красный цвет этих волокон обусловлен большим содержанием миоглобина. Сокращаются они медленно, но могут долгое время находиться в сокращенном состоянии. Белые волокна (II тип, тетанические) имеют больший диаметр, они беднее саркоплазмой, миофибриллы в них более многочисленны и расположены равномерно, содержание миоглобина меньше; эти волокна сокращаются быстро, но кратковременно. Наличие двух типов волокон обеспечивает мышце сочетание быстроты сокращения со способностью развивать длительные напряжения. В зависимости от функций мышцы в ней преобладают те или другие волокна. Существует, однако, мнение, что морфологические и физиологические различия волокон отражают разные функциональные состояния волокон и не являются постоянными.

Мышечные волокна образуют тело, или брюшко, мышцы, которое по концам переходит в сухожилия, служащие для прикрепления мышц к костям. Сухожилия состоят из плотной соединительной ткани, богатой коллагеновыми волокнами, и образуются как продолжение внутримышечных соединительнотканых элементов. Мышечные волокна с сухожилием связываются при помощи коллагеновых волокон, которые плотно соединены с сарколеммой. Они входят в пальцеобразные впячивания сарколеммы на концах мышечных волокон и закручиваются спирально вокруг концов волокон. Сухожилия переходят в надкостницу кости и вплетаются в ее верхние слои.

**Вспомогательные аппараты мышц.** Собственные фасции мышц, образующие футляры из плотной соединительной ткани вокруг отдельных мышц и их групп, служат местом начала и прикрепления мышечных волокон, изолируют действие мышц, предотвращают их боковые перемещения, по ним к мышцам подходят сосуды и нервы. В области суставов кисти и стопы образуются фиброзные и костно-фиброзные каналы, по которым проходят сухожилия мышц. Скольжение сухожилий по ладонной стороне фаланг пальцев кисти и подошвенной стороне стопы облегчают синовиальные влагалища. В сухожилия некоторых мышц в области суставов вставлены сесамовидные кости, увеличивающие угол подхода сухожилия к кости. Синовиальные сумки, расположенные между мышцами, а также между костями и мышцами, сухожилиями или кожей, уменьшают трение и облегчают скольжение мышц.

**Формы мышц и механические условия их действия.** Скелетная мускулатура составляет около 40% от веса тела человека. В теле человека насчитывается около 400 скелетных мышц. Они различаются по размерам, форме, направлению волокон, положению, отношению к суставам, функции. Размеры, форма и структура мышцы влияют на величину работы, которую она может совершить, так как от них зависит сила и амплитуда сокращения.



Одиночное мышечное волокно способно развивать напряжение 0,1—0,2 г, а абсолютная сила мышцы (приходящаяся на 1 см<sup>2</sup> поперечного разреза через мышечные волокна) равна в среднем 10 кг и варьирует от 6,24 до 16,8 кг у разных мышц.

Сила мышцы прямо пропорциональна числу содержащихся в ней мышечных волокон. Сумма поперечных сечений всех мышечных волокон, составляющих мышцу, называется ее физиологическим поперечником, в отличие от анатомического поперечника, равного площади поперечного сечения мышечных волокон на разрезе, перпендикулярном к длине мышцы. Существует несколько способов расчета физиологического поперечника. Наиболее употребительно определение его по формуле  $v/l$ , где  $v$  — объем мышцы,  $l$  — средняя длина мышечных волокон. Чем больше физиологический поперечник, тем больше сила, развиваемая мышцей.

Величина физиологического поперечника мышцы зависит от ее структуры. Он тем больше, чем больше волокон приходится на единицу поперечного сечения мышцы. У одноперистых и двуперистых мышц, состоящих из большого количества коротких волокон, прикрепляющихся с одной или с двух сторон к сухожилию, заходящему внутрь мышцы, физиологический поперечник, а следовательно, и сила сокращения больше, чем у мышц, состоящих из длинных волокон, которые идут параллельно продольной оси мышцы (лентовидные и веретенообразные мышцы).

Амплитуда сокращения прямо пропорциональна длине мышечных волокон. В среднем мышцы сокращаются на треть своей длины, иногда на 50%. Амплитуда сокращения у веретенообразных и лентовидных мышц больше, чем у перистых.

Сила, с которой мышца действует на кость, зависит от расположения места прикрепления мышцы и от угла подхода ее к кости. Сила действия мышцы тем больше, чем дальше расположено место ее прикрепления от оси сустава, на который она действует, т. е. чем длиннее плечо рычага. При приближении места прикрепления мышцы к оси сустава сила, развиваемая ею, уменьшается, но увеличивается скорость движения, ловкость мышцы. Сила действия мышцы тем больше, чем ближе к 90° угол ее подхода к кости, так как при приближении этого угла к прямому увеличивается полезная составляющая силы мышцы. Углы подхода сухожилий мышц к костям увеличиваются короткими выростами и сесамовидными костями.

Работа, производимая мышцей, зависит также от величины поверхностей ее прикрепления на костях. Чем они больше, т. е. чем больше влияние внешней сопротивляющейся силы, тем большую работу может производить мышца. При маленьких поверхностях опоры работа мышцы (при прочих равных условиях) меньше, но движения ее более тонки и быстры.

В зависимости от структуры мышц и способа их прикрепления к костям, определяющих характер их действия, мышцы делят на «сильные» и «ловкие». Сильные мышцы имеют большой физиологический поперечник, большие поверхности начала и прикрепления (в удалении от осей суставов), сильно развитую внутримышечную соединительную ткань. Эти мышцы сокращаются медленно, с большой силой, мало утомляются. Примерами таких мышц являются большая ягодичная мышца и камбаловидная. Ловкие мышцы имеют небольшие поверхности начала и прикрепления (близко от осей суставов), слабо выраженную внутримышечную соединительную ткань, физиологический поперечник их обычно меньше, а длина волокон больше, чем у «силь-



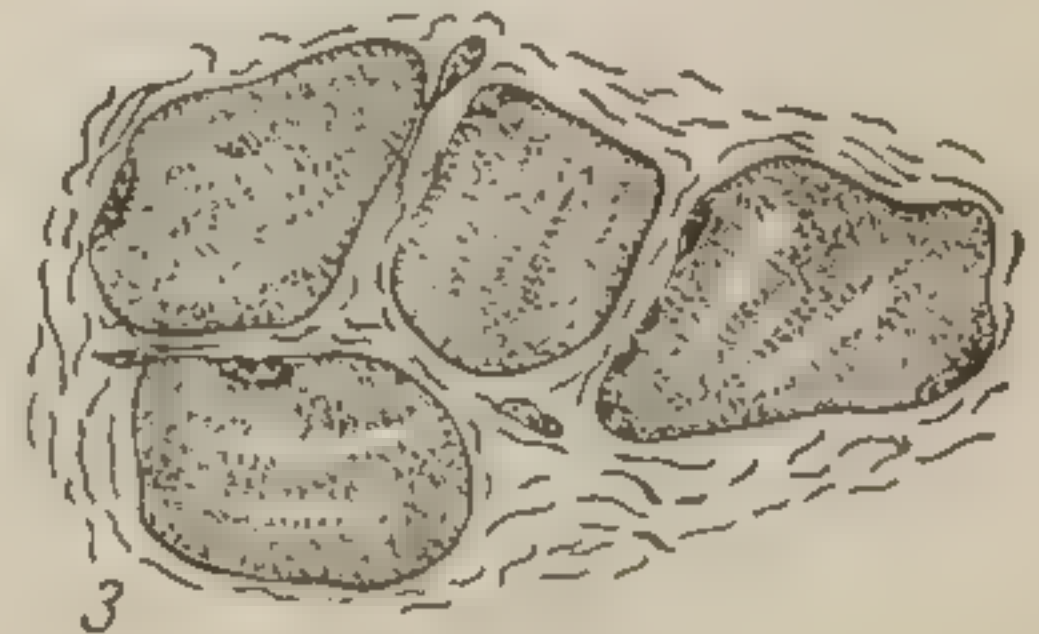
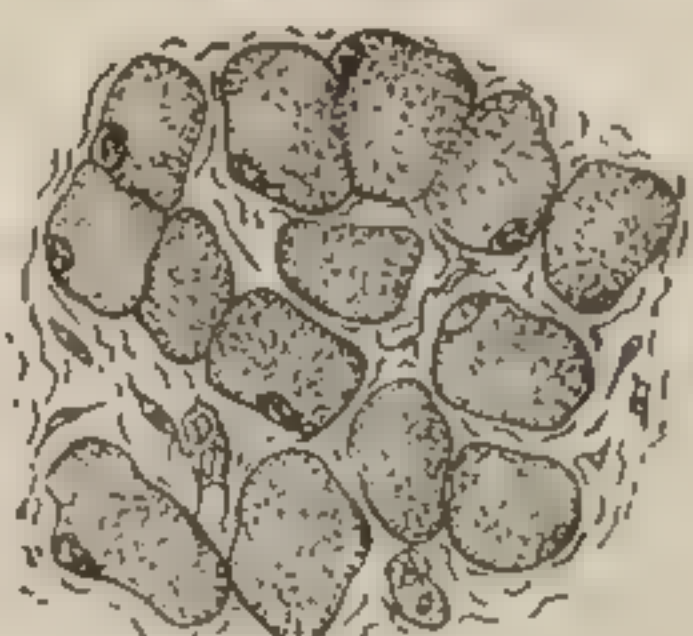
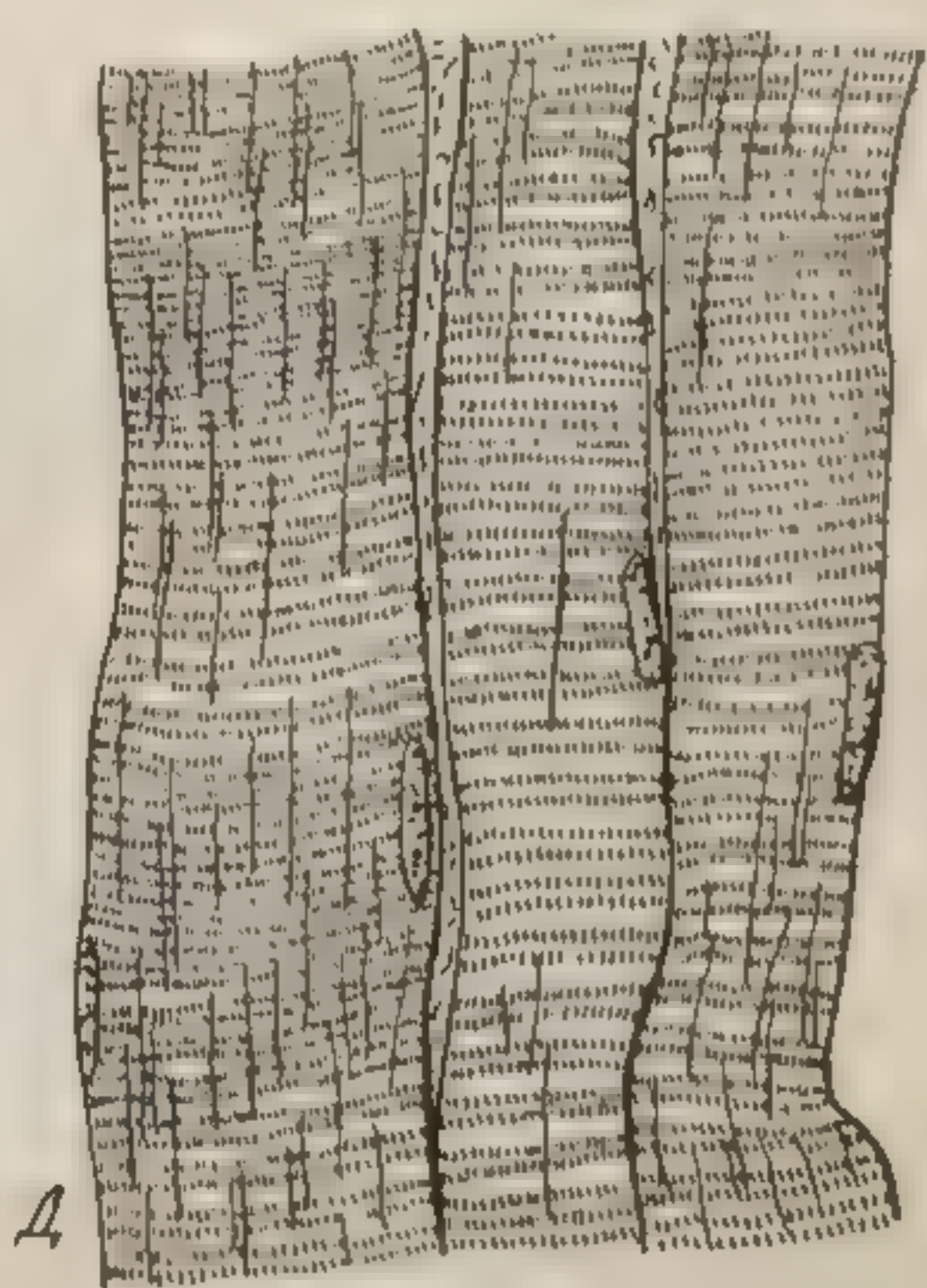
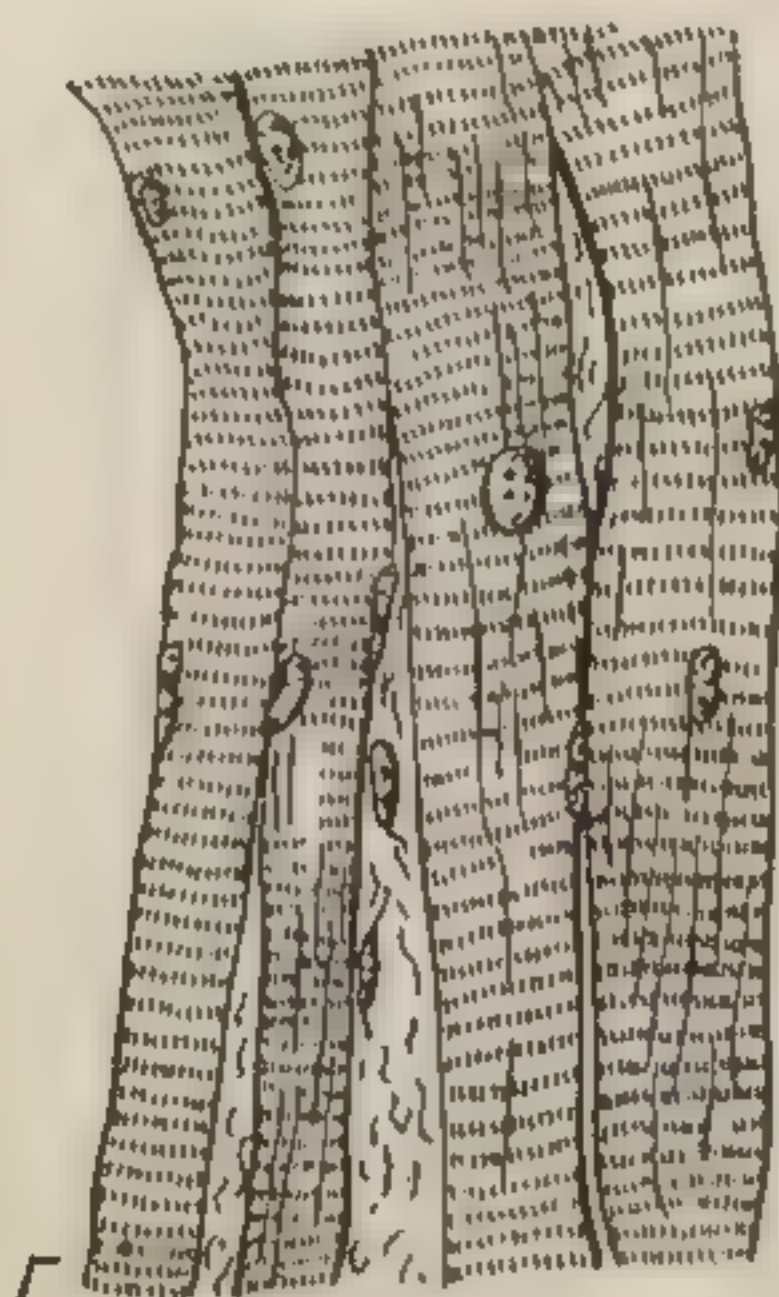
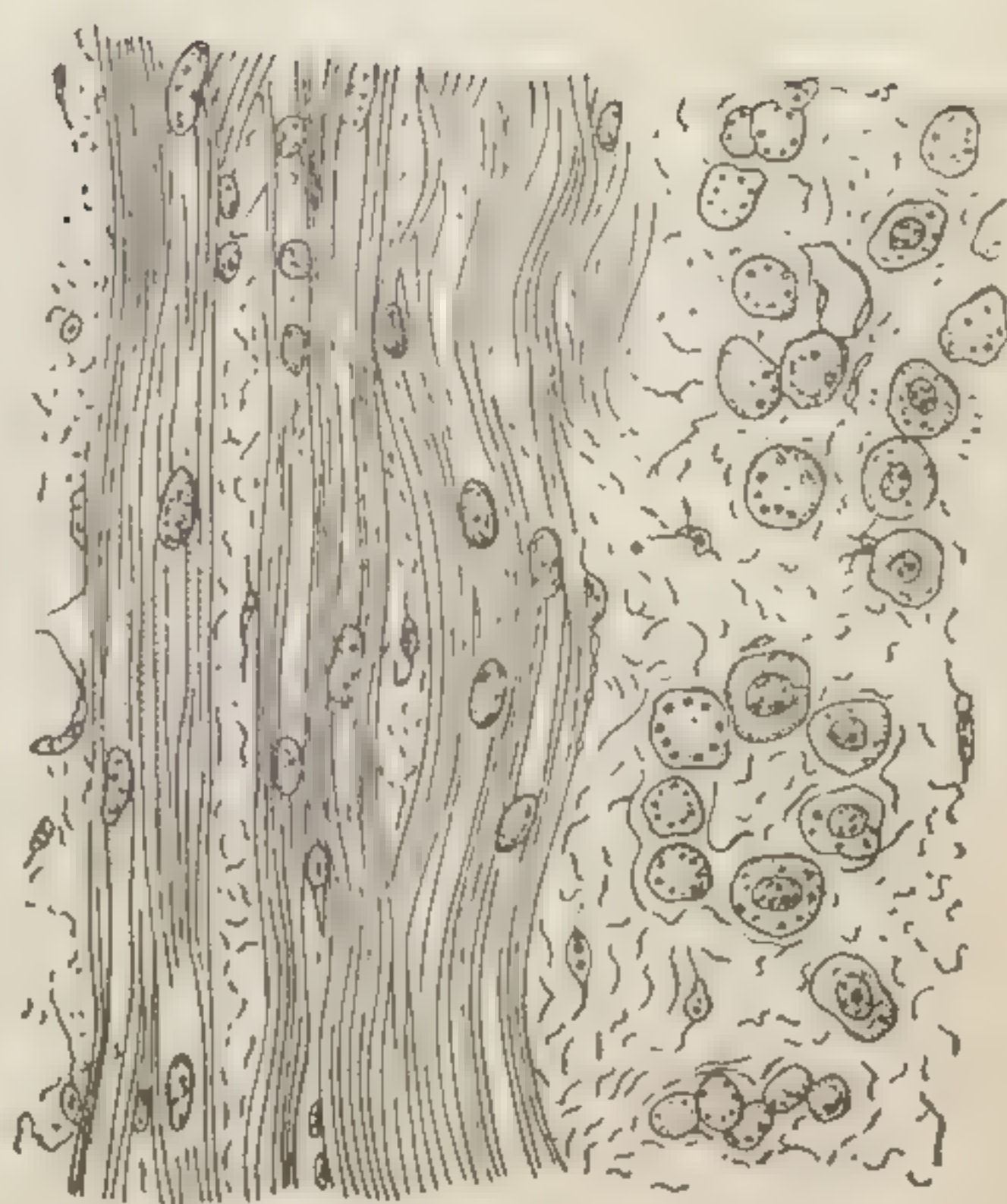


Рис. VI.14. Гистогенез скелетной мышцы (по Пэттену, 1959):  
 А — зародыш 8 нед; Б — зародыш 9 нед; В — зародыш 17 нед; Г — плод  
 перед рождением; Д — диафрагма взрослого человека; Е—З — поперечные  
 разрезы последних трех мышц, изображенные в том же масштабе, что и  
 мышцы, находящиеся над ними



ных» мышц. «Ловкие» мышцы сокращаются с большей скоростью и амплитудой, но с меньшей силой, чем «сильные» мышцы; они быстрее утомляются и совершают более разнообразные движения. Типичными

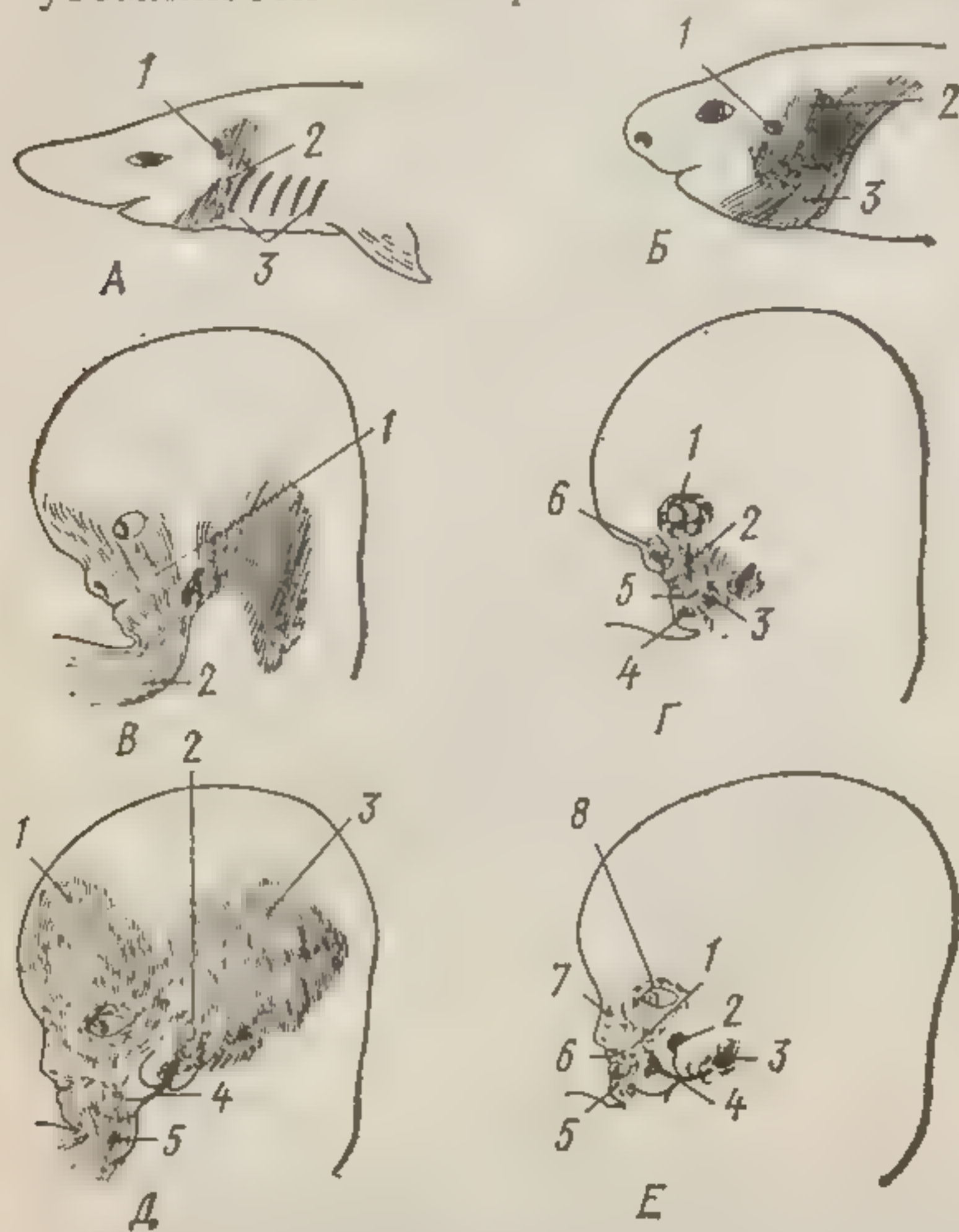


Рис. VI.15. Происхождение и онтогенез мимических мышц (по Пэттену, 1959): А — положение мышцы гиоидной дуги у акулы; Б — возникновение поверхностного мышечного пласта у некоторых амфибий; В — примордиальная поверхностная мышца у 6-недельного зародыша человека; Г — более глубокий примордиальный мышечный слой у 6-недельного эмбриона человека; Д — поверхностные мышцы у 7-недельного зародыша человека; Е — более глубокие мышцы лица у 7-недельного зародыша человека. На А: 1 — брызгальце (измененная гиомандибулярная щель); 2 — мышца гиоидной дуги; 3 — жаберные щели. На Б: 1 — барабанная перепонка; 2 — первичный глубокий мышечный слой; 3 — поверхностный слой. На В: 1 — первичный поверхностный мышечный слой головы; 2 — подкожная мышца шеи. На Г: 1 — круговая мышца глаза; 2 — закладка мышц верхней губы; 3 — закладка мышц угла рта; 4 — закладка мышц подбородка; 5 — круговая мышца рта; 6 — закладка мышц носа. На Д: 1 — лобная мышца; 2 — ушная мышца; 3 — затылочная мышца; 4 — лицевой нерв; 5 — подкожная мышца шеи. На Е: 1 — закладка мышц верхней губы; 2 — скуловая мышца; 3 — наружный слуховой проход; 4 — щечная мышца; 5 — закладка мышц подбородка; 6 — круговая мышца рта; 7 — закладка мышц носа; 8 — круговая мышца глаза

дыша на 7—8-й нед, несколько позже дифференцируются мышцы кисти и стопы.

Во второй половине внутриутробного периода и в постнатальном

«ловкими» мышцами являются у человека, например, двуглавая мышца плеча и портняжная мышца. Однако четкое разграничение «сильных» и «ловких» мышц обычно невозможно. Большинство мышц принадлежит к переходному типу и в разные моменты деятельности совершает статическую или динамическую работу.

Многочисленные исследования показали большие адаптивные возможности скелетной мускулатуры. Под влиянием тренировки в мышцах происходят глубокие изменения, в которых ведущую роль играет центральная нервная система, оказывающая трофические влияния на мышцы.

В онтогенезе мышечные волокна развиваются из одноядерных веретенообразных клеток — миобластов. Миобласты превращаются в многоядерные миосимпласты. На 5—6-й нед в миосимпластах появляются миофибриллы. Сначала миофибриллы немногочисленны и лежат по периферии, а саркоплазма и ядра — в центре. Отсюда название мышечных волокон — мышечные трубочки. В дальнейшем количество миофибрилл увеличивается, они становятся тоньше и перемещаются в центр мышечного волокна, оттесняя ядра и саркоплазму на периферию, появляется поперечная исчерченность миофибрилл. Мышечные трубочки превращаются в дефинитивные мышечные волокна (рис. VI.14). Обособление отдельных мышц в общих чертах завершается у зародыша на 7—8-й нед, несколько позже дифференцируются мышцы кисти и стопы.



онтогенезе в структуре скелетных мышц наблюдаются следующие основные изменения: мышечные волокна растут<sup>2</sup>, диаметр их увеличивается. Уменьшается количество ядер на единицу площади сечения мышечного волокна; ядра становятся мельче, из круглых или овальных они превращаются в палочковидные; увеличивается количество миофибрилл; нарастают различия в диаметре мышечных волокон; развивается внутримышечная соединительная ткань; мышечные волокна группируются в мышечные пучки, которые приобретают все более правильную структуру. Все эти изменения заканчиваются примерно к 25 годам.

Основным источником для развития скелетных мышц являются миотомы. Из них развиваются мышцы туловища, поперечнополосатые мышцы глазного яблока, мышцы языка. До сих пор не решен окончательно вопрос о развитии мышц конечностей. Но большинство ученых считают, что и они развиваются из миобластов, которые мигрируют в почки конечностей из миотомов. Особое происхождение имеют мимические, жевательные мышцы и мышцы дна рта. Эти мышцы так же, как и мышцы глотки и гортани, развиваются на основе мускулатуры жаберных дуг (бранхиомерные мышцы) (рис. VI.15).

Из висцеральной мускулатуры развиваются также трапециевидная мышца, мышца, поднимающая лопатку, и грудино-ключично-сосцевидная. Широчайшая мышца спины, большая и малая грудные мышцы развиваются из мышечной закладки передней конечности и распространяются на туловище вторично.

После того как в основных чертах закончилась дифференцировка мышц, продолжается их рост и дифференциация волоконной структуры. Вес мышц увеличивается в течение жизни в 37 раз, тогда как вес скелета в 27 раз, а кожи только в 19 раз. Нарастание веса различных мышечных групп происходит неравномерно (табл. VI.1).

Таблица VI.1

Распределение мышечных масс в теле взрослого человека и новорожденного, %

Признак	Новорожденные	Взрослые	
		мужчины	женщины
Отношение веса мышц к весу тела . . . . .	23	42	36
Доля от суммарного мышечного веса			
мышц головы . . . . .	4,6	1,4	1,4
мышц туловища и шеи . . . . .	30,3	15,9	18,4
мышц верхней конечности . . . . .	27,1	28,4	25,4
мышц нижней конечности . . . . .	38,0	54,3	54,8

В нижней конечности с возрастом преобладание мышц разгибателей над сгибателями, наметившееся уже в плодном периоде, увеличивается. Это связано с опорной и локомоторной функциями конечностей.

#### ВАРИАЦИИ МЫШЦ И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ В ПРОЦЕССЕ АНТРОПОГЕНЕЗА

Основные виды вариаций мышц следующие: отсутствие обычно имеющихся мышц, наличие добавочных мышц, вариации формы, числа частей, размера, способа прикрепления, расположения сухожилий.

<sup>2</sup> Рост мышечных волокон в длину происходит по концам волокон, где находятся скопления мышечных ядер, в ответ на тягу, создаваемую ростом костей, к которым прикрепляется мышца.



Наибольшая вариабельность свойственна рудиментарным мышцам (например, пирамидальной, хвостовым, ушным, подкожной мышце шеи, длинной ладонной, подошвенной) и «прогрессивным» (мимическим, длинному сгибателю большого пальца кисти, большой ягодичной, третьей малоберцовой).

Можно назвать несколько атавистических мышц, которые у человека (и антропоморфных обезьян) появляются в редких случаях, но хорошо развиты у низших обезьян. Остатком подкожной мышцы у человека является рудиментарная подкожная мышца шеи. «Следами» этой мышцы у человека являются также грудинная мышца — продольный поверхностный пучок волокон в средней части грудины, встречающийся в 3—5% случаев; подмышечная дуга — сухожильный или мышечный пучок в области подмышечной впадины, часто соединяющий большую грудную мышцу и широчайшую мышцу спины, встречается в 4—9% случаев; мышечные пучки в других частях тела. К атавистическим мышцам относится также спино-надблоковая мышца. У человека она встречается в 5% случаев, обычно же на ее месте имеется связка, вплетающаяся в фасцию плеча. Эта мышца недоразвита у антропоморфных обезьян и хорошо развита у остальных приматов. Она начинается у них от нижнего края сухожилия широчайшей мышцы спины и прикрепляется обычно к медиальному надмыщелку плеча или к локтевому отростку локтевой кости, являясь дополнительным разгибателем локтя.

В области головы наибольшие изменения претерпели *мимические мышцы*. Как и жевательные мышцы, они возникли в эволюции позвоночных из мускулатуры жаберного аппарата. У низших млекопитающих в области головы имеются два мышечных пласта: глубокий (сжиматель), состоящий из поперечных волокон, и поверхностный (подкожная мышца) — из продольных волокон. Из глубокого в дальнейшем развиваются затылочные, ушные мышцы и мышцы, окружающие глазницу, из поверхностного — остальные мимические мышцы.

Единый, слабо дифференцированный пласт подкожной мышцы, имеющийся на голове полуобезьян, дифференцировался у человека на множество мимических мышц, способных отразить сложнейшие эмоции. Особенно тонко дифференцируются мышцы вокруг ротовой щели, что связано с членораздельной речью и ослаблением жевательного аппарата. По строению мимических мышц ближе всего к человеку стоят горилла и особенно шимпанзе.

В эволюции мимических мышц от низших приматов к человеку наблюдаются следующие основные изменения (рис. VI.16). Единая надчерепная мышца низших приматов разделяется у обезьян на лобную и затылочную мышцы, соединенные сухожильным шлемом. У высших обезьян и человека они постепенно уменьшаются. Редуцируются ушные мышцы, уменьшается подкожная мышца шеи. У низших обезьян имеется мощный скуло-глазничный мышечный пласт, состоящий из слившихся скуловой мышцы и глазничной части круговой мышцы глаза. У человека части этого пласта обособляются и уменьшаются, а скуловая часть разделяется на скуловую мышцу и скуловую головку мышцы, поднимающей верхнюю губу. У низших обезьян имеется носогубная мышца, которая покрывает весь нос и распространяется на верхнюю губу. У человека этот пласт резко уменьшается и из него развиваются специфические для человека мышца гордецов, угловая головка мышцы, поднимающей верхнюю губу, и мышца кожи носа. Мышца, поднимающая верхнюю губу, у низших обезьян соответствует подглазничной головке этой мышцы у человека. У человека полностью



обособляется от круговой мышцы глаза мышца, сморщивающая брови. У человека и антропоморфных обезьян отдифференцируется от нижней губы. Мышца, опускающая угол рта, появляется у обезьян, но только у человека она достигает нижней челюсти. У человека разви-

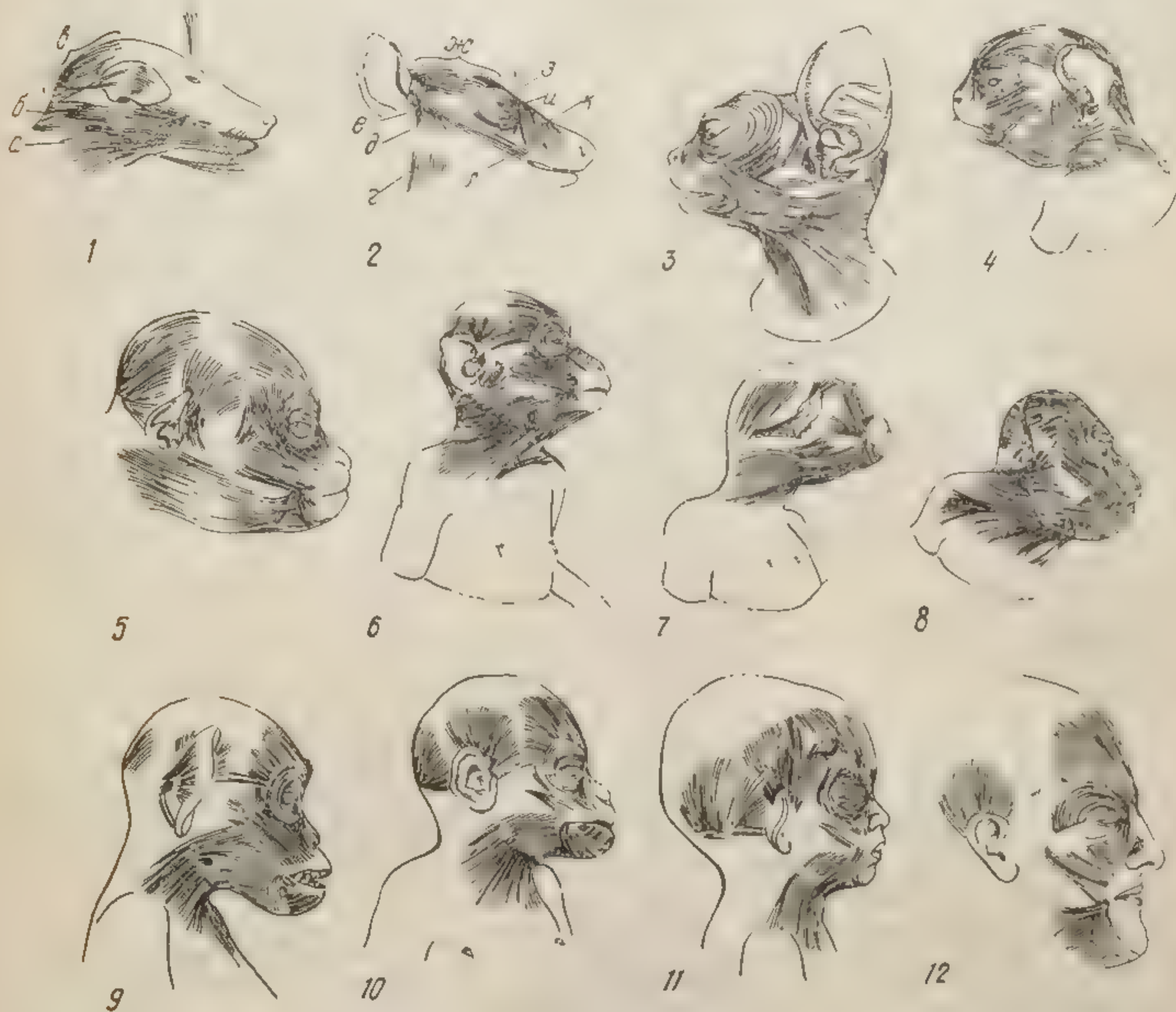


Рис. VI.16. Лицевая мускулатура у различных представителей приматов (из Нестурха, 1970):

1, 2 — схема основного строения поверхностной лицевой мускулатуры приматов по изучению ее у лемуров, долгопятов и примитивных американских обезьян; 3 — долгопят; 4 — львиная игрушка; 5 — черная коата; 6 — макак резус; 7 — горилла; 8 — орангутан; 9 — обыкновенный шимпанзе; 10 — береговая сиамский гиббон; 11 — новорожденный европеец; 12 — взрослый европеец; а — платизма (поверхностный слой); б — платизма (глубокий слой); в — группа задних ушных и затылочных мышц; г — вентральный отдел переднего ушного отдела глубокого шейного сфинктера; д — дорсальный отдел того же сфинктера, или мышца, опускающая ушную раковину; ж — козелково-завитковая мышца; з — группа передних ушных, височных и лобных мышц; и — круговая мышца глаза; к — носогубная мышца; л — ухогоубная, или скуловая, мышца

ваются мышцы смеха и резцовая мышца. Поперечная мышца подбородка формируется у антропоморфных обезьян, но встречается у них редко (у шимпанзе в 18% случаев), у человека имеется всегда. Среди многочисленных вариаций мимических мышц у человека прогрессивными являются их обособленность и тонкая дифференцировка, регрессивными — грубое развитие и слияние между собой.

Жевательные мышцы у человека так же, как и жевательный аппарат в целом, ослаблены по сравнению с другими приматами.



В туловищной мускулатуре человека и антропоморфных обезьян по сравнению с низшими обезьянами происходит ряд существенных изменений, связанных с редукцией хвоста, укорочением и расширением туловища, распространением на ребра большой грудной мышцы. Часть хвостовых мышц у них редуцировалась до бесполезных рудиментов, вплоть до полного отсутствия. Другие бывшие хвостовые мышцы (лобково- и подвздошно-хвостовые) получают новое прикрепление к внутренностям малого таза (особенно к прямой кишке). Эти мышцы образуют специфическую для человека мышцу, поднимающую задний проход, которая служит диафрагмой таза и поддерживает внутренности малого таза.

У человека и антропоморфных обезьян мощная большая грудная мышца вытесняет с ребер другие мышцы и обуславливает редукцию некоторых из них: поперечной мышцы груди, грудино-реберной. В ряду приматов наблюдается каудальное перемещение реберного начала прямой мышцы живота и наружной косой. Так, прямая мышца живота у низших обезьян начинается от I ребра, у гиббона — от III—IV, у других антропоидов — от IV—VII, у человека — от V—VII ребра. Прогрессивной вариацией у человека является начало этой мышцы от V—VIII ребра (в 31% случаев). Начало наружной косой мышцы у низших приматов простирается до II и даже I ребра, у человека в 66% случаев до V, в 33% до VI—VII и только в 1% до IV ребра. В связи с ограничением реберного начала уменьшается число сухожильных перемычек в прямой мышце живота: у лемунов 6, у макаков 6, у антропоидов 4—5, у человека 3—4 (в 2% случаев у человека имеется 2 перемычки, в 3% — 5).

В области живота имеется типичная рудиментарная мышца — пирамидальная. Она рудиментарна у большинства плацентарных млекопитающих и хорошо развита у сумчатых (поддерживает сумку). У человека пирамидальная мышца изменчива по форме и величине, в 22% случаев она отсутствует полностью.

В эволюции мускулатуры верхней конечности человека происходит ряд существенных изменений, которые отражают увеличение свободы и размаха движений руки, особенно боковых и вращательных. Верхняя конечность утратила опорную функцию. Это обусловило радиализацию кисти, увеличилась независимость движений пальцев, возросла роль движений большого пальца.

В строении мышц плечевой области у человека много кардинально общего с антропоморфными обезьянами. Особенности связаны главным образом с увеличением свободы движений плеча. У них развивается ключичная порция большой грудной мышцы, усиливается трапецевидная мышца, особенно ее ключичная порция. Ромбовидная мышца теряет начало на затылочной кости. Передняя зубчатая мышца теряет начало на шейных позвонках, имеющееся у низших обезьян; нижняя часть ее шейной порции атрофируется, а верхняя сливается с атлантолопаточными мышцами низших обезьян, и они вместе образуют мышцу, поднимающую лопатку и свойственную только антропоидам и человеку; оставшаяся часть передней зубчатой мышцы усиливается. Увеличиваются размеры дельтовидной мышцы, отводящей плечо в сторону. Смещается проксимально плечевое прикрепление большой грудной мышцы, благодаря чему происходит более полное отделение плеча от туловища, увеличивающее свободу движений плеча. С расширением грудной клетки связано распространение начала большой грудной мышцы на реберные хрящи; брюшная порция этой мышцы сливается с остальной мышцей и редуцируется (у чело-



века отсутствует в 30—35% случаев). Малая грудная мышца, которая у всех остальных приматов мощно развита, у человека и антропоидов уменьшается, смещается своим началом латерально, прикрепление ее перемещается с плечевой кости на клювовидный отросток лопатки. Широкая мышца спины, помимо позвоночного начала, приобретает начало от подвздошного гребня, ребер и нижнего угла лопатки. Из двух частей клюво-плечевой мышцы низших обезьян у человека и антропоморфных обезьян сохраняется только одна нижняя часть.

Велико сходство между человеком и человекообразными обезьянами также в строении мышц локтевого сустава и предплечья. У них по сравнению с низшими обезьянами резко изменяется соотношение между сгибателями и разгибателями локтя в пользу сгибателей<sup>3</sup>. Двуглавая мышца плеча приобретает дополнительное прикрепление на предплечье с помощью своего апоневроза. Редуцируется спино-надблочная мышца.

Начало некоторых мышц предплечья (лучевого сгибателя кисти, круглого пронатора, поверхностного сгибателя пальцев), ограниченное у низших обезьян только плечом, у человека и понгид распространяется и на предплечье. Радиализация кисти выражается в увеличении массы лучевых сгибателей и разгибателей кисти по отношению к локтевым. Увеличивается масса вращателей предплечья: пронаторов и супинаторов.

Возрастание роли независимых движений пальцев проявляется в редукции длинной ладонной мышцы, которая хорошо развита у тех животных, у которых важную роль играет сгибание кисти и пальцев в целом (у человека эта мышца отсутствует в 15% случаев и очень изменчива по величине, по соотношению мышечной и сухожильной частей); в полном обособлении друг от друга поверхностного и глубокого сгибателей пальцев; в увеличении независимости отдельных сухожилий каждой из этих мышц; в обособлении от глубокого сгибателя пальцев длинного сгибателя большого пальца<sup>4</sup> и иногда собственного сгибателя указательного пальца; в ослаблении перемычек между отдельными сухожилиями общего разгибателя пальцев. Из полного набора глубоких разгибателей пальцев, который имеется у низших обезьян, у человека и африканских антропоидов сохраняются только собственные разгибатели I, II пальцев, хорошо обособленные друг от друга. Редуцируются мышцы-сжиматели пальцев, из которых сохраняется только приводящая мышца большого пальца.

Человека от антропоморфных обезьян отличает главным образом лучшее развитие мышц большого пальца, который у понгид в той или иной степени недоразвит в связи с брахиаторной локомоцией. У человека сильно развиты и хорошо дифференцированы собственные мышцы большого пальца, которые у антропоидов частично ослаблены и слиты между собой. Всегда хорошо развит длинный сгибатель большого пальца, обычно недоразвитый у человекообразных обезьян. От длинной отводящей мышцы большого пальца у человека обособляется короткий разгибатель большого пальца (в виде варианта это встречается также у гориллы и гиббона).

<sup>3</sup> Усиление сгибателей локтя у человекообразных обезьян связано с брахиаторным способом локомоции. Человек мог унаследовать эту особенность от них, но мог развить ее и независимо, как следствие утраты передней конечностью опорной функции.

<sup>4</sup> У низших обезьян глубокий сгибатель пальцев состоит из лучевой головки, посылающей сухожилия к I—III пальцам, и локтевой — к IV—V пальцам. У высших обезьян и человека обе головки сливаются и от них обособляется длинный сгибатель большого пальца.



Значительные эволюционные изменения в мускулатуре нижней конечности человека связаны с переходом к двуногому передвижению и увеличением опорной роли ноги (рис. VI.17, VI.18). В строении мышц нижней конечности у человека также много общего с антропоморфными обезьянами.

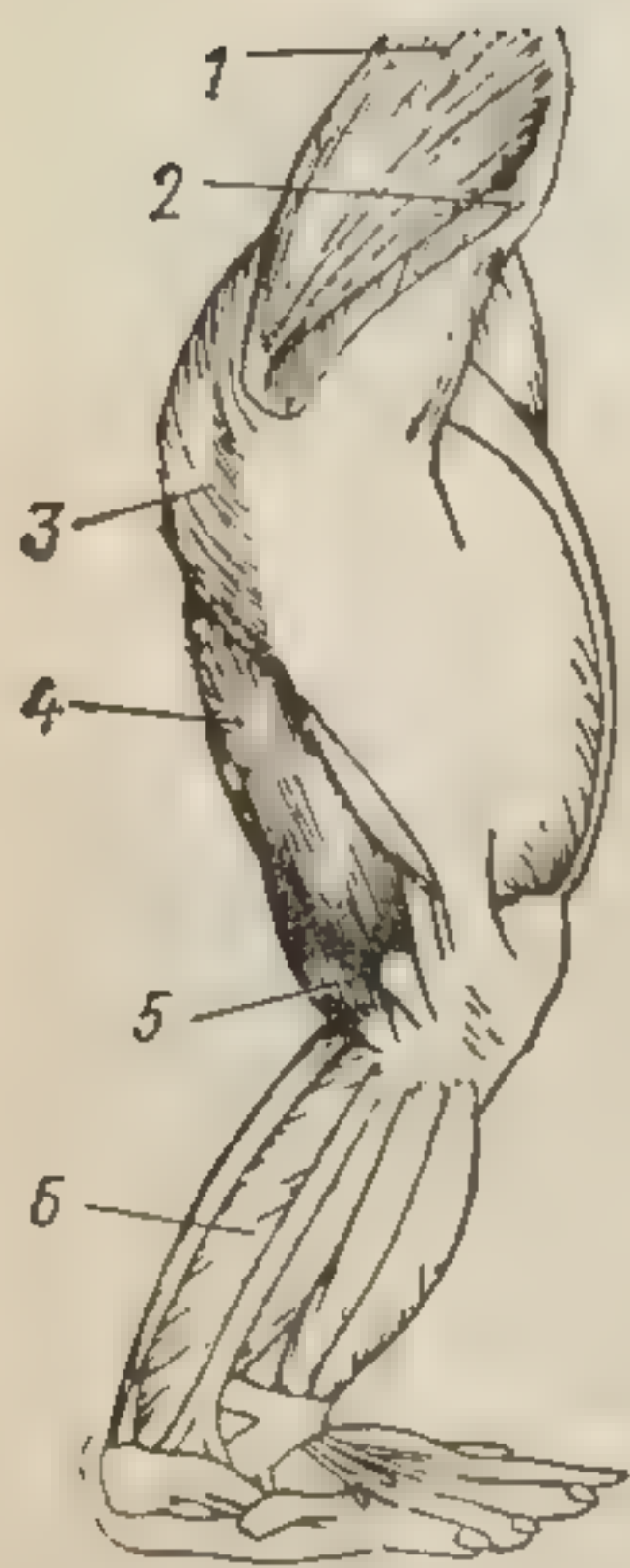


Рис. VI.17. Мышцы задней конечности антропоморфной обезьяны (по Napier, 1968):

1 — средняя ягодичная мышца; 2 — малая ягодичная мышца; 3 — большая ягодичная мышца; 4 — длинная головка двуглавой мышцы бедра; 5 — короткая головка двуглавой мышцы бедра; 6 — икроножная мышца

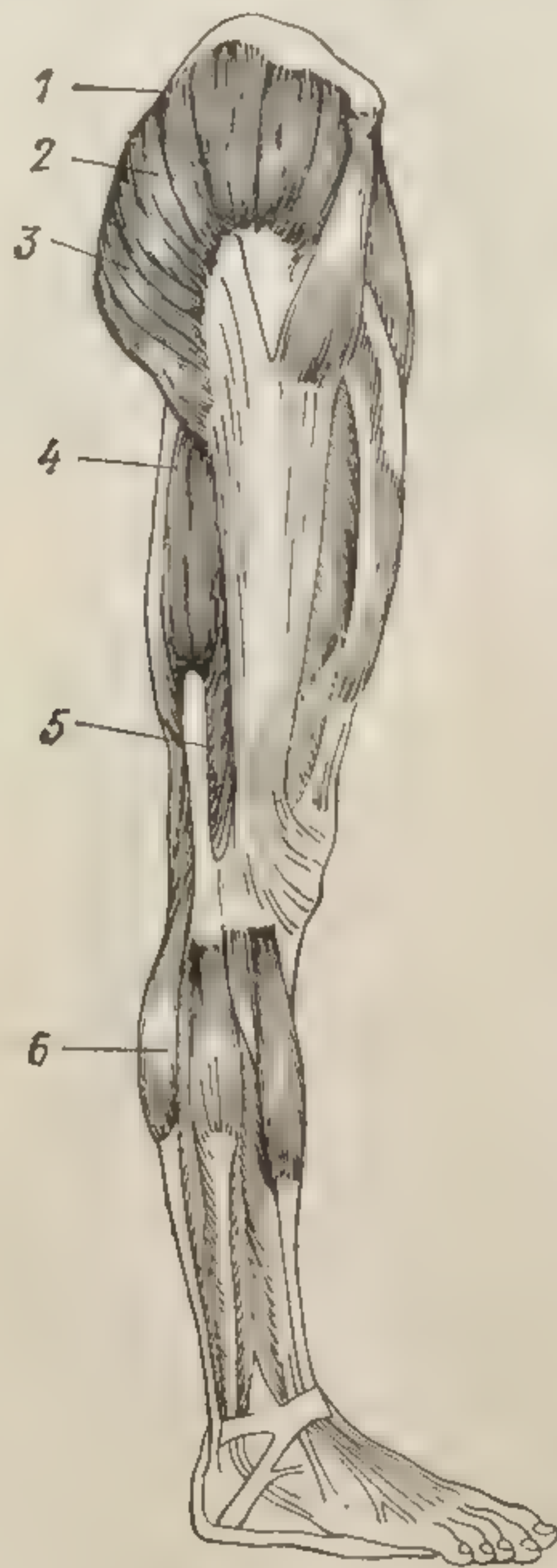


Рис. VI.18. Мышцы нижней конечности человека (по Napier, 1968):

1 — средняя ягодичная мышца; 2 — малая ягодичная мышца; 3 — большая ягодичная мышца; 4 — длинная головка двуглавой мышцы бедра; 5 — короткая головка двуглавой мышцы бедра; 6 — икроножная мышца

Мощного развития у человека достигает большая ягодичная мышца, причем только у него появляется та ее часть, которая начинается от подвздошного гребня. Место прикрепления этой мышцы у человека сокращается и перемещается вверх. Она становится разгибателем бедра, играющим важнейшую роль в поддержании выпрямленного положения тела. У человека лучше, чем у обезьян, развита мышца, напрягающая широкую фасцию. У низших обезьян эта мышца обычно слита с большой ягодичной, у человека и понгид она обособлена.

В связи с увеличением роли разгибательных движений колена у человека увеличивается масса четырехглавой мышцы бедра, а задние мышцы бедра (полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая) уменьшаются, прикрепление их перемещается к проксимальному концу голени (у обезьян оно доходит до середины голени) и происходит при помощи длинных сухожилий, отсутствующих у обезьян<sup>5</sup>. У человека и антропоморфных обезьян имеется короткая головка двуглавой мышцы бедра, отсутствующая у низших

обезьян (кроме некоторых широконосовых). Она, видимо, связана в своем происхождении с ягодичной мускулатурой. Полуперепончатая мыш-

<sup>5</sup> У низших млекопитающих задние мышцы бедра, помимо начала на седалищном бугре, имеют еще позвоночное начало, отсутствующее у всех приматов.



ца состоит у приматов из двух частей, из которых одна у человека и некоторых антропоидов сливается с большой приводящей мышцей. Для человека и понгид, в отличие от низших обезьян, характерно появление добавочного начала прямой мышцы бедра от передней нижней подвздошной ости.

Возрастание роли подошвенного сгибания стопы при ходьбе отражается в увеличении у человека и антропоморфных обезьян массы камбаловидной мышцы. Эта мышца у низших обезьян начинается только на головке малоберцовой кости, у антропоморфных обезьян и человека ее начало распространяется на межкостную перепонку и большеберцовую кость. У человека сильно удлиняется ахиллово сухожилие.

У четвероногих животных наибольшего развития достигают задние мышцы бедра и икроножная мышца. Задняя конечность у них действует как толкающий рычаг, для чего необходимы сильные разгибатели тазобедренного сустава (задние мышцы бедра), а также сильные сгибатели колена и голеностопного сустава (икроножная мышца), предотвращающие пассивное разгибание колена и стопы. У человека наибольшего развития достигают большая ягодичная мышца, четырехглавая мышца бедра и камбаловидная мышца. Нога действует как толкающая опора, для чего важны сильные сгибатели голеностопного сустава (камбаловидная мышца), дающие толчок движению. Большая ягодичная и четырехглавая мышца бедра препятствуют сгибанию ноги в тазобедренном и коленном суставах и падению тела вперед.

В связи с образованием пяточного бугра у человека и человекообразных обезьян подошвенная мышца теряет связь с подошвенным апоневрозом, прикрепляясь к пяточному бугру, и редуцируется. У человека она отсутствует в 15% случаев и сильно варьирует по величине. Редукция ее у понгид зашла дальше, чем у человека. Подошвенный апоневроз у человека и антропоидов начинается от пяточного бугра и у человека играет важную роль в поддержании свода стопы. Короткий сгибатель пальцев у них теряет связь с длинным сгибателем пальцев, начинаясь от пяточной кости.

Важная роль сгибания большого пальца при отталкивании от земли у человека и понгид проявляется в увеличении и полном обособлении длинного сгибателя большого пальца от длинного сгибателя пальцев. У человека сливаются два брюшка передней большеберцовой мышцы. Появляется третья малоберцовая мышца, обособляющаяся от длинного разгибателя пальцев (у человека встречается в 93% случаев, иногда имеется у гориллы и шимпанзе), что связано с важной ролью пронации стопы при ходьбе на двух ногах. У человека и антропоморфных обезьян редуцируется малоберцовая мышца V пальца, имеющаяся у низших обезьян. Атрофируются, как и на кисти, мышцы-сжиматели пальцев, из которых сохраняется только приводящая мышца большого пальца. Морфологическая ось стопы, вокруг которой группируются межкостные мышцы, перемещается с III пальца на II. Укрепляются фасции ноги, удлиняются сухожилия многих мышц.

Различия между расами по строению мышц изучены плохо, хотя этому вопросу и посвящено немало работ. Большинство работ выполнено на небольшом материале, и многие из них имеют тенденциозный характер — стремятся доказать примитивное строение мускулатуры неевропеоидных рас. Однако обширные исследования, проведенные на африканских и американских неграх, опровергли эти утверждения. Можно думать, что особенности мускулатуры, связанные со специфическими свойствами человека, одинаково хорошо развиты у представи-



телей разных рас. Вместе с тем расы могут различаться какими-то деталями строения мышц.

Некоторые различия между расами отмечены в строении мимических мышц: в степени развития мышцы, опускающей угол рта (у европеоидов и монголоидов мышца шире, чем у негроидов); в частоте встречаемости подбородочной мышцы; в степени развития круговой мышцы глаза (мышца сильнее развита у монголоидов и негроидов, чем у европеоидов); в частоте встречаемости мышцы смеха; в степени развития мышцы гордецов (мышца шире у рас, имеющих широкий корень носа, например у меланезийцев) и др.

Различия между расами в строении мимических мышц тесно связаны с расовыми различиями в других особенностях лица: в строении века, носа, губ, в ширине лица и его профилировке. М. А. Гремяцким и Я. Я. Рогинским была показана несостоятельность попыток доказать более прогрессивный характер мимической мускулатуры европеоидов по сравнению с другими расами.

### ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СОСТОЯНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Механические нагрузки определяют интенсивность роста, особенности размеров и рельефа костей. Влияние механических факторов на рост и формирование костей можно проследить в экспериментах на

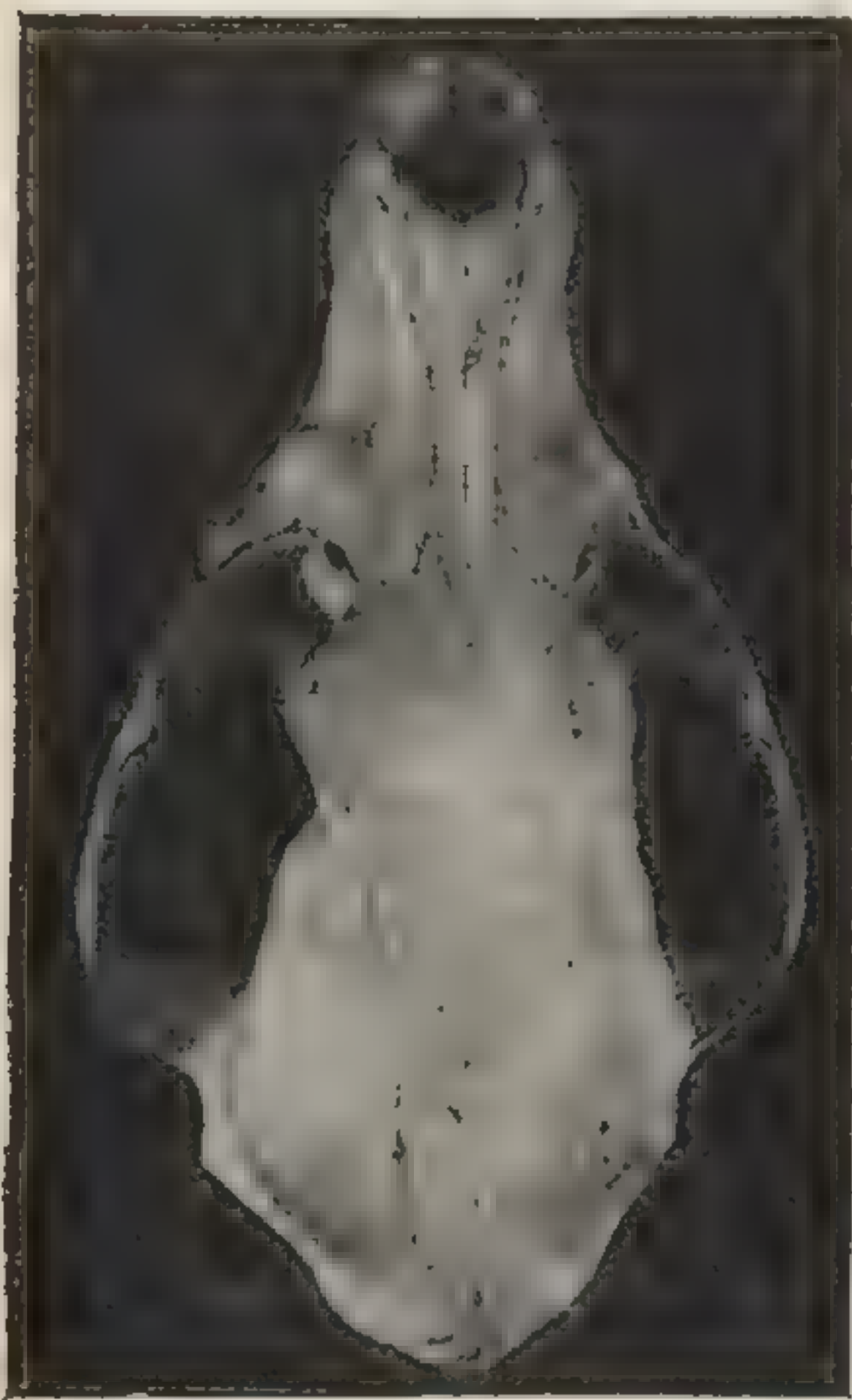


Рис. VI.19. Изменения рельефа свода черепа собаки через 11 мес. после удаления правой височной мышцы (по Никитюку, 1968)

животных, удаляя отдельные мышцы, части скелета, а также дозируя пониженные или повышенные двигательные режимы (рис. VI. 19, VI. 20). Немало подтверждений тому дает и спортивная морфология. Скелет спортсменов различной специализации несет отдельные черты приспособления к специфическим повышенным механическим нагрузкам. При высоких механических нагрузках кости приобретают, как правило, большую массивность. На их поверхности образуются неровности (бугорки) в месте сухожильного прикрепления мышц и углубления — там, где мышцы давят на кость своей массой.

Еще сто лет назад создатель экспериментальной и спортивной морфологии в нашей стране П. Ф. Лесгафт сформулировал правило, соответственно которому рост костей определяется деятельностью окружающих мышц. Учитывая современные данные экспериментальных наблюдений и спортивной морфологии, можно уточнить функциональные законы роста кости:

а) механические факторы, стимулирующие рост костей, должны иметь ритмический характер воздействия;

б) активизация роста костей происходит при оптимальном уровне нагрузок, недостаточные или избыточные нагрузки могут задерживать его;



в) реакция растущей кости на механические нагрузки определяется в числе прочих факторов индивидуально своеобразными особенностями нормы реакции кости на нагрузку.

Следует помнить, что наряду с механическими факторами на рост костей влияют социальные условия (питание), климато-географические

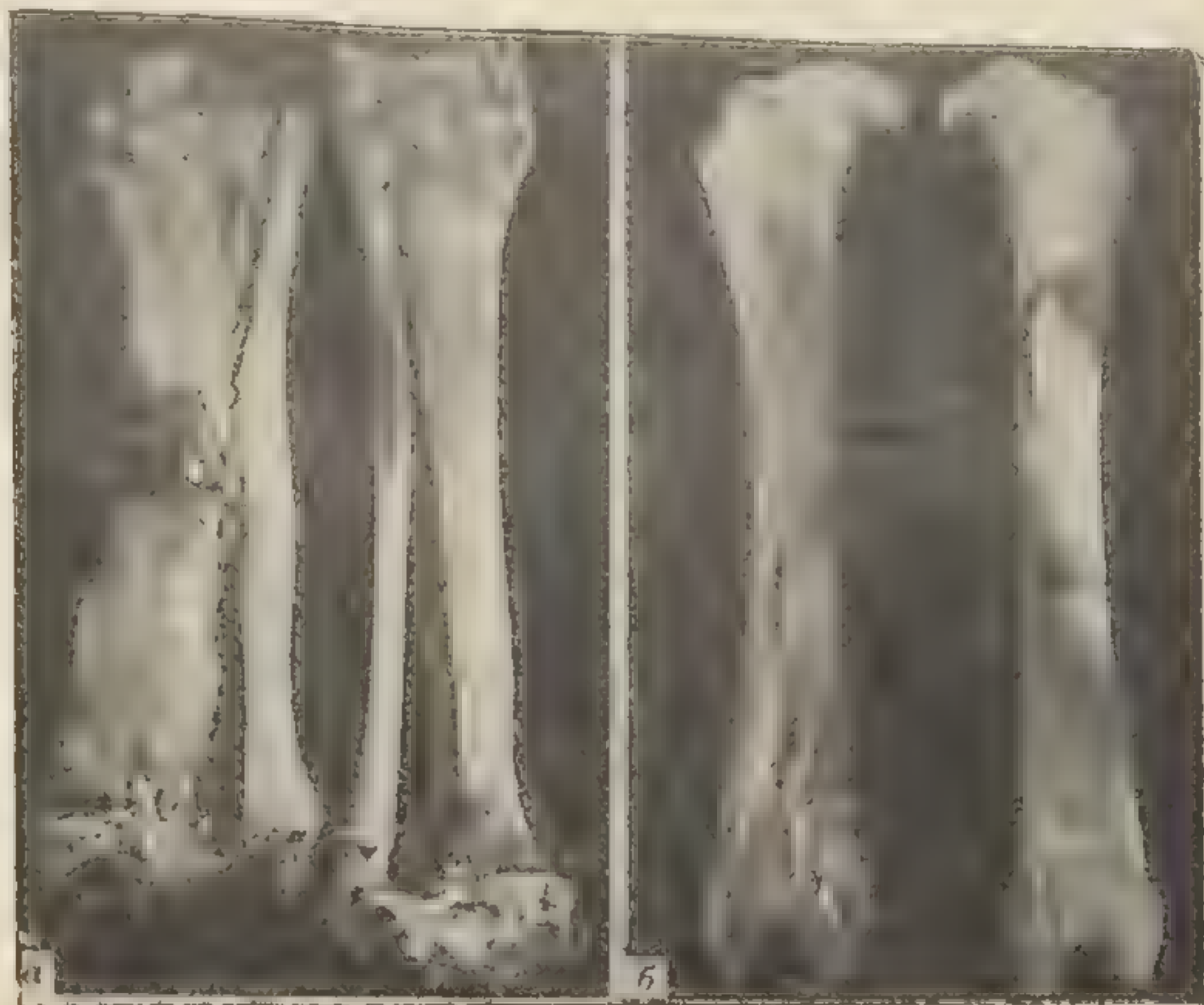


Рис. VI.20. Изменения ширины диафиза малоберцовой кости щенка при статической перегрузке в связи с резекцией диафиза большеберцовой кости (а). Удлинение и уменьшение ширины диафиза статически разгруженной левой бедренной кости щенка после левосторонней ампутации голени (б) (по Никитюку, 1971)

факторы и пр. Изучая кость человека на рентгенограммах, можно с достаточной степенью вероятности воссоздать некоторые события его жизненного пути (профессию, заболевания в период детства и т. п.).

#### ИЗМЕНЕНИЯ КОСТЕЙ

Рассмотрим наиболее характерные изменения скелета спортсменов в процессе занятий спортом. Следует учесть, что более раннее начало занятий ведет к большей выраженности изменений.

**Череп.** Общая гипертрофия мускулатуры тела спортсмена повышает напряжения в костях, не подвергаемых внешним воздействиям, и вызывает генерализованные изменения костей черепа. Поэтому, например, у дзюдоистов увеличивается обхват головы, продольный и поперечный ее диаметры, как и размеры лица, по сравнению с людьми, не занимавшимися спортом. Это вызвано изменениями самого черепа в основном за счет губчатого слоя, тогда как наружная и внутренняя пластинки не подвергаются перестройке.

**Скелет верхней конечности.** Плечевая кость подвергается значительным изменениям у представителей силовых видов спорта — штангистов и борцов. У штангистов форма ее диафиза приближается к ци-



линдрической (хотя у некоторых спортсменов при длительных занятиях спортом сохраняется исходная форма) за счет расширения дистальной части диафиза. Различие в ширине средней и нижней трети кости составляет у людей, не занимающихся спортом, 3,8 мм, у штангистов лишь 0,6 мм.

Расширение диафиза связано с утолщением компактного слоя, который приобретает слоистый характер. По латеральному краю кости расслоение компактного вещества начинается проксимальнее, чем по медиальному. Видимо, это связано с большим разнообразием движений в плечелучевом суставе (две оси вращения), чем в плечелоктевом (одна ось). Поперечные размеры костей предплечья у спортсменов изменены в большей степени, чем продольные. При занятиях гимнастикой и борьбой поперечные размеры сильно увеличиваются в большей мере у локтевой кости, а спортивными играми и боксом — у лучевой. П. Н. Соколов показал, что головка лучевой кости у боксеров и гимнастов достигает наибольших размеров. В первом случае сокращения мышц предплечья продолжительны, статичны, и локтевая кость как место начала мышц укрепляется. Во втором случае в костях кисти возникают напряжения, имеющие переменный характер и передающиеся в основном на лучевую кость (локтевая имеет меньшую зону соприкосновения с кистью).

При сравнении кисти акробатов, пловцов, штангистов и стрелков из лука установлено, что ее длина наибольшая у пловцов, наименьшая у штангистов. Удлинение у первых и укорочение у прочих происходит в основном за счет пясти. При преимущественно динамических воздействиях на кисть (волейбол, бокс, плавание) главным образом изменяются продольные размеры костей, их головка и основание. Так, у боксеров подвергаются нагрузкам II и III пястные кости. Головка их расширяется, а при нерациональной, чрезмерной по нагрузке тренировке начинает суживаться. Преимущественно статические воздействия (гимнастика, тяжелая атлетика, борьба) изменяют в основном диафиз: он расширяется, компактное вещество утолщается иногда за счет костномозговой полости, которая может суживаться. Отмечено удлинение костей пясти, причем даже тогда, когда эпифизарные зоны у дистального конца зарастают костной тканью. Рост этих костей в длину происходит за счет не только эпифизарного, но и суставного хряща. При этом надо учитывать, что проксимальные концы пястных костей при выполнении упражнений работают и на растяжение, и на сжатие, тогда как дистальные — в основном на растяжение. Следовательно, проксимальные концы подвергаются большему воздействию, чем дистальные.

Различия в изменении отдельных размеров костей кисти выясняются при анализе распределения механических нагрузок на них у боксеров и гимнастов. У гимнастов нагрузкам подвергается диафиз пястной кости при упоре, проксимальной фаланги — при висе на перекладине, у боксеров — головка пястной кости и основание проксимальной фаланги. Поэтому у боксеров большим изменениям подвергаются эпифизы, а у гимнастов — диафизы костей.

Удлинение пястных костей у гимнастов имеет большой функциональный смысл. Дело в том, что между пястными костями располагаются, как известно, межкостные мышцы. На их долю приходится половина силы мышц, сгибающих II—V пальцы. Суммарное удлинение пястных костей на 1 см приводит к увеличению физиологического поперечника мышцы на 2 см<sup>2</sup> и приросту силы на 20 кг (для двух рук — 40 кг). При выполнении гимнастических упражнений сила мышц-сгибателей пальцев имеет первостепенное значение, так как при вы-



полнении большого оборота развивается центробежная сила, превышающая вес спортсмена в 3—4 раза.

Скелет нижней конечности. У гимнасток поперечные и переднезадние размеры таза меньше, чем у женщин, не занимающихся гимнастикой. При этом с увеличением стажа занятий гимнастикой разбивного отбора, хотя нельзя исключить и сдавливающее таз действие гимнастикой относительно рано.

Как правило, размеры женского таза больше, чем мужского. Однако оказалось, что у женщин, специализирующихся в плавании и спортивно-большими вертелами бедренных меньше, чем у мужчин той же специализации. Рост костей таза зависит от содержания в крови половых гормонов. При интенсивной мышечной деятельности повышается выработка мужских половых гормонов, что может повлиять на размеры таза. Характерны различия вертлужной впадины тазовой кости и головки бедренной при занятиях разными видами спорта. Диаметр впадины и головки бедра у футболистов больше и с повышением спортивной квалификации увеличивается. У гимнастов поперечники меньше и с ростом квалификации уменьшаются. Для футболистов характерны и сравнительно большие переднезадние и поперечные размеры диафиза бедренной кости. Однако наибольших значений эти размеры достигают у штангистов и метателей молота. Ширина дистального эпифиза бедра между надмышелками самая большая у футболистов и велосипедистов. Поперечник диафиза бедра и компактного вещества достигает большой выраженности у прыгунов в длину. При этом нормально существующие отличия между правой и левой сторонами усиливаются. На толчковой ноге эти размеры оказываются больше, чем на другой конечности.

Большую массивность имеют кости бедра и голени у велосипедистов. По краям бедренной кости компактное вещество гипертрофировано относительно равномерно, на костях голени — неравномерно, причем распределение компактного слоя зависит от «амплуа» велосипедиста. У выступающих на трекке компактный слой утолщается на передней поверхности большеберцовой (средняя треть) и задней стороне малоберцовой (нижняя треть) костей. Для велосипедистов-шоссейников характерно утолщение компактного вещества в средней трети костей голени по соприкасающимся краям. В этом случае сокращения мышц передней группы голени длительны и для них требуется большая опора. Из костей плюсны в наибольшей степени утолщается компактный слой у I плюсневой кости, тогда как II—IV изменены меньше.

Интерес при занятиях спортом представляет перестройка костей предплюсны, и в первую очередь пяточной кости. Как и другие короткие кости, пяточная кость построена из губчатого вещества, перекладины которого ориентированы в направлении тяги мышц и статических нагрузок. Согласно современным представлениям в этой кости выделяются 8 систем балок. Системы VI, VII и V определяют соответственно задним, промежуточным и передним компонентами опорной нагрузки; система II — тягой трехглавой мышцы голени, система III — тягой подошвенных мышц; система I — действием проходящего здесь в костно-фиброзном канале сухожилия длинного сгибателя большого пальца стопы; система VIII образуется благодаря сокращениям передних мышц голени, вызывающих натяжение латеральной ножки крестообразной связки.



Рассмотрим особенности конструкции пяточной кости у легкоатлетов при прыжках в длину, высоту, при беге и ходьбе. При прыжках в высоту усиленно развиваются I, II, III системы, при прыжках в длину — I, III и VIII, при беге — V и VII, при ходьбе — II, III и VI.

#### ИЗМЕНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КОСТЕЙ

При специальной тренировке подвижность в суставах может существенно изменяться. Так, эллипсоидность лучезапястного сустава при занятиях художественной гимнастикой сменяется некоторой шаровидностью, что обеспечивает больший объем движений. Если у баскетболистов и гандболистов (мужчин и женщин) суммарная подвижность по четырем движениям в лучезапястном суставе больше  $200^\circ$ , то у специалистов по спортивной гимнастике и гребле она меньше  $200^\circ$ . У первых сустав более конгруэнтен и его головка имеет форму вытянутого эллипсоида, у вторых степень соответствия суставных поверхностей меньше и головка более выпуклая. Можно значительно развить гибкость позвоночника, достигающую «сверхвыраженности» у исполнительниц циркового номера «женщина-змея». При ряде специализаций подвижность в суставах уменьшена. Так, у футболистов (по сравнению с гимнастами) тазобедренный сустав адаптируется к повышенной статической надежности в ущерб подвижности. Это необходимо для обеспечения стабильности тазового кольца в одноопорном положении футболиста при ударе по мячу противоположной ногой. У футболистов оказался наименьшим объем пассивного движения в коленном суставе. У гимнастов возникает уплощение вертлужной впадины, обеспечивающее разницу в кривизне суставных поверхностей и увеличение подвижности в тазобедренном суставе. У представителей силовых видов спорта (тяжелая атлетика, борьба) уменьшение подвижности в голеностопном суставе и повышение его статической надежности обеспечивается за счет уплощения суставной головки таранной кости. Наблюдения за легкоатлетами, тяжелоатлетами, гимнастами, пловцами, футболистами и гандболистами показали, что наименьшая гибкость позвоночника и наибольшая способность его к растяжению характерны для пловцов и тяжелоатлетов.

#### ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Перестройка мышц и обеспечивающих их работу нервов и сосудов под влиянием повышенных физических нагрузок изучена детально в экспериментах на животных. Повышение нагрузки вызывает утолщение мышечных волокон и, по данным П. З. Гудзя, увеличение их количества путем продольного расщепления волокон. В итоге масса мышечного вещества увеличивается.

Значительной перестройке подвергаются микроскопические структуры мышцы. При этом не отмечалось изменений гликолитических ферментов, хотя содержание гликогена по завершении тренировочных нагрузок повышалось. Наблюдения за спортсменами показывают, что при длительных соревнованиях запасы гликогена в мышцах истощаются и полное восстановление запаса гликогена в мышцах происходит лишь через двое суток, причем в волокнах II типа быстрее, чем в волокнах I типа.

Характер нагрузки отражается на количестве и форме ядер, на расположении их и миофибрилл в мышечном волокне. При статических нагрузках увеличивается количество ядер, они располагаются цент-



рально и имеют округлую форму. Динамическая нагрузка приводит к появлению ядер овальной формы. Миофибриллы располагаются в этом случае довольно равномерно в толще саркоплазмы, а при статической нагрузке — более скученно.

Тренировочные нагрузки оказывают избирательное влияние на микроскопические компоненты мышц. Так, пятимесячные занятия на велоэргометре по часу в день 4 раза в неделю с нагрузкой в 75—90% от максимального поглощения кислорода увеличивают содержание волокон I типа (медленных). При динамических нагрузках (бег, плавание) волокна I типа подвергаются большему утолщению, чем волокна II типа. Противоположный характер носят сдвиги кровоснабжения. Кровеносные капилляры больше увеличиваются вокруг волокон II типа. Последнее объясняется худшей обеспеченностью этих волокон кровеносными капиллярами. При умеренных нагрузках раскрываются резервные капилляры, при высоких нагрузках образуются новые. Мышечная деятельность активизирует кровоток в виде рабочей гиперемии мышц. Выделяют два этапа рабочей гиперемии. На первом этапе происходит раскрытие резервных путей кровотока, на втором в условиях повышенного внутримышечного давления сосуды сдавливаются. Тонус сосудистой стенки понижается, что ведет к сохранению рабочей гиперемии. Для мышц предплечья человека переход от первого этапа гиперемии ко второму происходит при выполнении 20—25% от максимального произвольного усилия.

Описаны изменения нервного аппарата мышц при дозированных физических нагрузках. При умеренных нагрузках наблюдается неравномерность диаметра нервных волокон — чередование утолщений и истончений. При интенсивных нагрузках разрастаются концевые окончания по ходу нервного волокна, увеличивается размер двигательных бляшек. Продолжительные интенсивные нагрузки приводят к увеличению количества нервных окончаний (бляшек) до трех-четырех на одно мышечное волокно. Предельные нагрузки вызывают состояние охранительного торможения. Часть нервных веточек, идущих к мышечному волокну, разрушается, размеры двигательных бляшек уменьшаются. Это характерно для состояния перетренированности.

У спортсменов сила сгибания стопы относительно больше, чем у неспортсменов. Особенно высок этот показатель у велосипедистов. У них, а также у лыжников сила сгибания голени выше, чем сила разгибания предплечья. У гандболистов и неспортсменов имеет место обратное соотношение. Однако один важный признак объединяет всех рассмотренных лиц: сила мышц-разгибателей выше, чем сгибателей. Так, у борцов суммарная сила мышц-разгибателей конечностей и туловища в 2,5 раза превосходит силу сгибателей. Для плеча и предплечья отношение силы этих мышц примерно равно (1:1,1—1,5), для бедра и голени — 1:3, для стопы — 1:4.

О развитии мускулатуры можно косвенно судить по обхватам (периметрам) конечностей. Однако у борцов уровень корреляций между силой мышц, действующих на локтевой и коленный суставы, и периметрами плеча и бедра соответственно не превысил 0,5—0,6. Объяснение этому надо искать в том, что периметр конечности определяется не только развитием мускулатуры, но и подкожным жиротложением.



# ЗУБЫ

Зубы представляют собой весьма консервативную в эволюционном отношении и генетически достаточно автономную систему, играющую значительную роль в формировании всего лицевого скелета. Сложность строения коронок зубов наряду с разнообразием вариаций их строения и отчетливой генетической детерминированностью даже мелких структурных особенностей определяет интерес антропологов к зубной системе в связи с проблемами таксономии ископаемых и современных человеческих популяций. Знание морфологии зубов, их онто- и филогенеза позволяет получить максимально полную информацию о



Рис. VII.1. Постоянные зубы человека:  
1 — резцы; 2 — клыки; 3 — премоляры; 4 — моляры

древних формах по палеонтологическим находкам, дает в руки исследователей критерии определения возраста по костным останкам, помогает судебным медикам идентифицировать личность погибших людей, а антропологам — воссоздать картину древних миграций населения и формирования этнических групп.

**Общая анатомическая характеристика.** Зубная система современного человека имеет две смены: молочную и постоянную (дифидонтизм) (рис. VII. 1). Наличие сменных серий зубов обеспечивает гармонию размеров зубного ряда с общими размерами челюстей и черепа в процессе роста в связи с тем, что размеры коронок не меняются с момента формирования и не могут следовать за изменениями более пластичных структур. Зубная формула человека, аналогичная формулам антропоморфных и низших узконосых обезьян, записывается следующим образом:

$$I \frac{2}{2} C \frac{1}{1} P \frac{2}{2} M \frac{3}{3}$$

или просто  $\frac{2-1-2-3}{2-1-2-3}$  — для постоянной смены и

$$i \frac{2}{2} c \frac{1}{1} m \frac{2}{2} \left( \frac{2-1-2}{2-1-2} \right)$$

— для молочной. В этих формулах отражен гетеродонтный характер зубной системы человека, т. е. деление на функциональные группы — классы: резцы (I), клыки (C), премоляры (P), моляры (M) (см. рис. VII.1). В скобках приводятся условные обозначения классов соответственно для зубов постоянной и молочной смены. В формуле дается число зубов данного класса в каждом квадранте (т. е. в половине челюсти). Так, символ  $I \frac{2}{2}$  обозначает, что класс резцов имеет по два зуба в каждом квадранте верхней и нижней челюсти. Таким образом, общее число зубов постоянной смены у человека равно 32, а молоч-



Зубы представляют собой весьма консервативный в эволюционном отношении и генетически достаточно автономный элемент. Значительную роль в формировании всего лицевого скелета играет форма строения коронок зубов наряду с разницей в строении и отчетливой генетической детерминацией. Конкретные структурные особенности определяют принадлежность зубной системы в связи с проблемами таксономии временных человеческих популяций. Знание морфологии и филогенеза позволяет получить максимальные сведения о древних формах человека на основе находкам, дает в основу теории определения происхождения останкам, помогающей идентифицировать древних людей, а антрополога в изучении древних миграций и происхождения этнических групп.

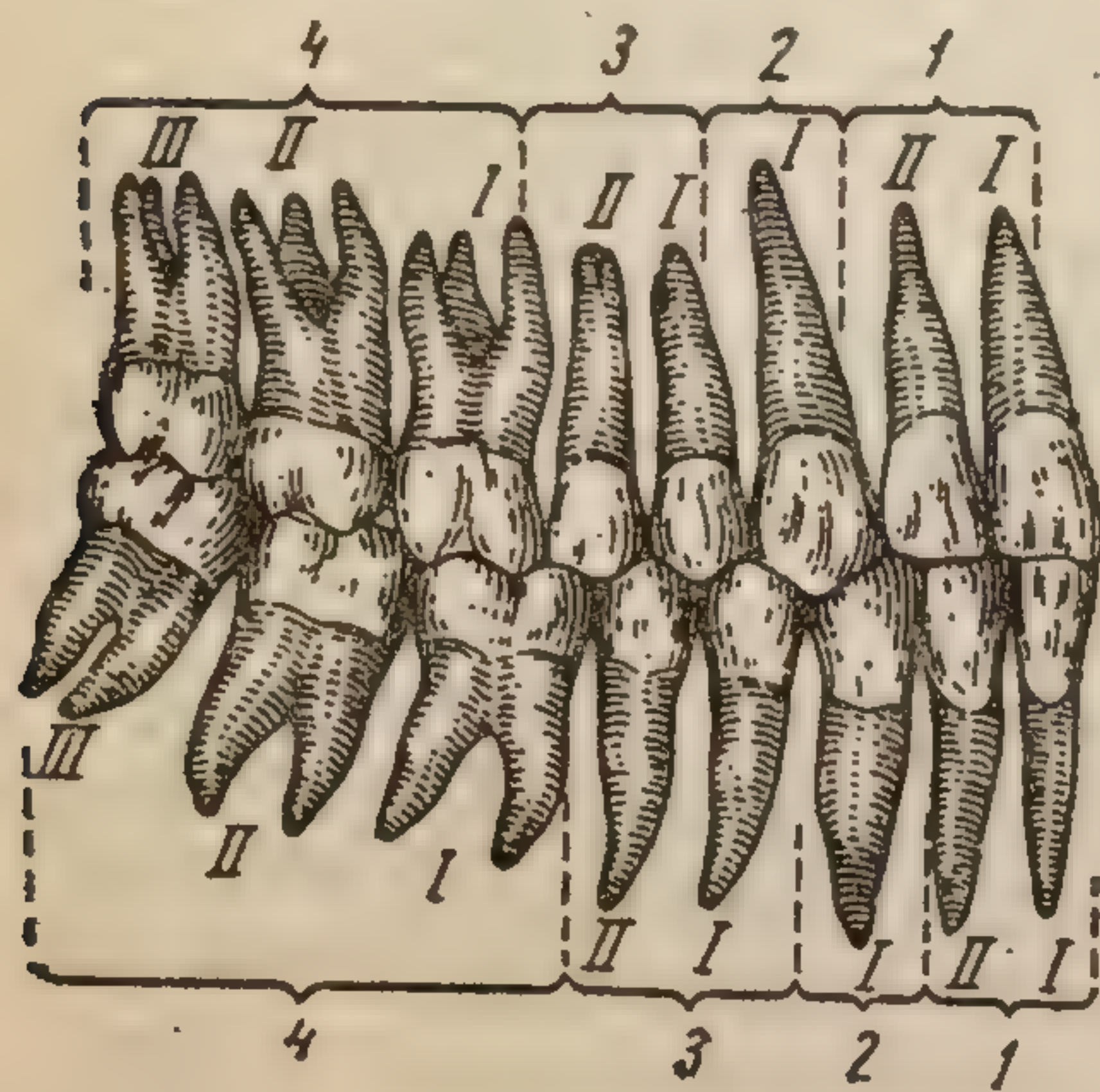


Рис. VII.1. Постоянные зубы человека:

1 — резцы; 2 — клыки; 3 — премоляры; 4 — моляры

Зубная система человека, аналогичная формулам антропоморфных обезьян, записывается следующим образом:

$$I \frac{2}{2} C \frac{1}{1} P \frac{2}{2} M \frac{3}{3}$$

или просто  $\frac{2-1-2-3}{2-1-2-3}$  — для постоянной смены

$$i \frac{2}{2} c \frac{1}{1} m \frac{2}{2} \left( \frac{2-1-2}{2-1-2} \right)$$

— для молочной. В этих формулах отражен гетеродонтизм зубной системы человека.



Постоянные резцы, клыки и премоляры развиваются на месте молочных резцов, клыков и моляров. Постоянные моляры не имеют молочных предшественников и потому иногда относятся некоторыми исследователями к первой смене. Третий постоянный моляр носит также название «зуб мудрости». Иногда (очень редко) у человека наблюдается четвертый постоянный моляр.

Зубы располагаются по дуге (зубная дуга), которая на верхней челюсти чаще имеет форму параболы, незавершенного эллипса, реже приближается к U-образной форме, а на нижней челюсти, как правило, близка к гиперболе. Зубной дуге соответствует альвеолярная дуга — ряд ячеек-альвеол, в которых закреплены корни зубов (текодонтный тип). Каждый зуб анатомически подразделяется на коронку, шейку и корень. Внутри корня проходит корневой канал, оканчивающийся на верхушке корня корневым отверстием. Внутри коронки имеется полость. Для удобства наблюдения и описания зубов обычно используются также названия сторон, поверхностей, коронки и корня (рис. VII.2). Поверхность, обращенная к языку, называется лингвальной (язычной), а противоположная — вестибулярной (преддверной). Вместо обобщенного термина «вестибулярный» используются также частные определения: «буккальный» (щечный) — для моляров и премоляров и «лабиальный» (губной) — для резцов и клыков. Поверхность, обращенная к зубу, расположенному впереди, носит название мезиальной, а противоположная — дистальной. Моляры и премоляры имеют жевательную поверхность, а резцы — протяженный режущий край. Клык отличается заостренным главным бугорком и подобен в этом отношении примитивным древним типам зубов рептилий.

Коронка зуба образована очень твердым веществом — эмалью, содержащей исключительно высокий процент неорганических соединений. Основные части зуба состоят из специфической ткани — дентина, химически близкого к кости, но содержащего несколько меньшее количество органических веществ и имеющего своеобразное расположение клеточных элементов (одонтобластов). Они помещаются вне основной массы ткани, пронизывая последнюю длинными отростками, проходящими в тончайших дентинных канальцах. Корень зуба, состоящий в основном из дентина, покрыт сверху цементом, близким по составу к кости.

Формирование зубов в онтогенезе начинается приблизительно на 7-й нед плодного периода, когда образуются так называемые зубные пластинки — эпителиальные эктодер-

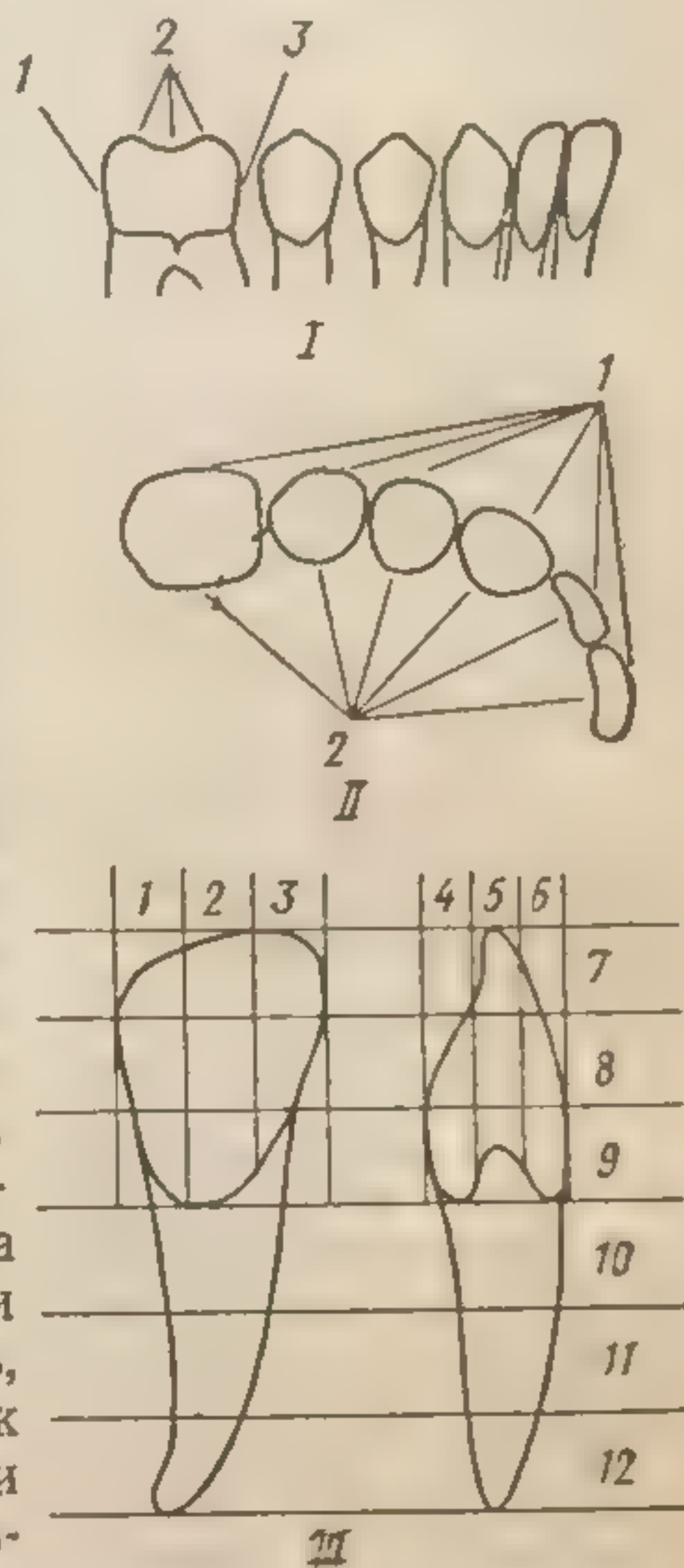


Рис. VII.2. Поверхности и части зуба:

I — поверхности зубов в вестибулярной норме: 1 — дистальная поверхность; 2 — окклюзивная поверхность; 3 — мезиальная поверхность. II — поверхности зубов в окклюзивной норме: 1 — вестибулярная поверхность; 2 — лингвальная поверхность. III — части коронки и корня: 1 — дистальная треть; 2 — средняя треть; 3 — мезиальная треть; 4 — лингвальная треть; 5 — средняя треть; 6 — вестибулярная треть; 7 — окклюзивная треть; 8 — средняя треть; 9, 10 — цервикальная треть коронки и корня; 11 — средняя треть корня; 12 — апикальная треть корня



мальные полоски, на которых позже возникают колбовидные образования — эмалевые органы (рис. VII.3). В период развития последние принимают вид бокалов, внутрь которых вдавливаются вырастающий навстречу мезенхимный мезодермальный сосочек. Клетки наружной поверхности мезенхимного сосочка — одонтобласты — формируют дентин, а клетки внутренней части «бокала» — адамантобласты — начинают производить зубную эмаль. Из мезенхимы зубного сосочка возникает также пульпа зуба, а из мезенхимы, окружающей эмалевый

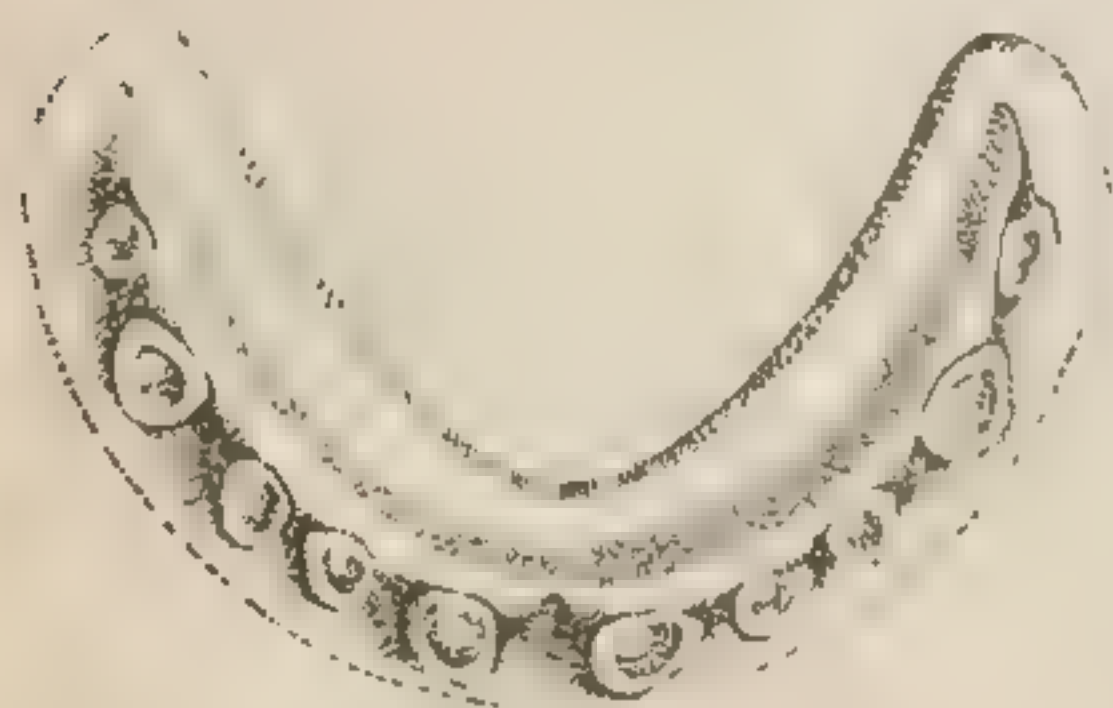
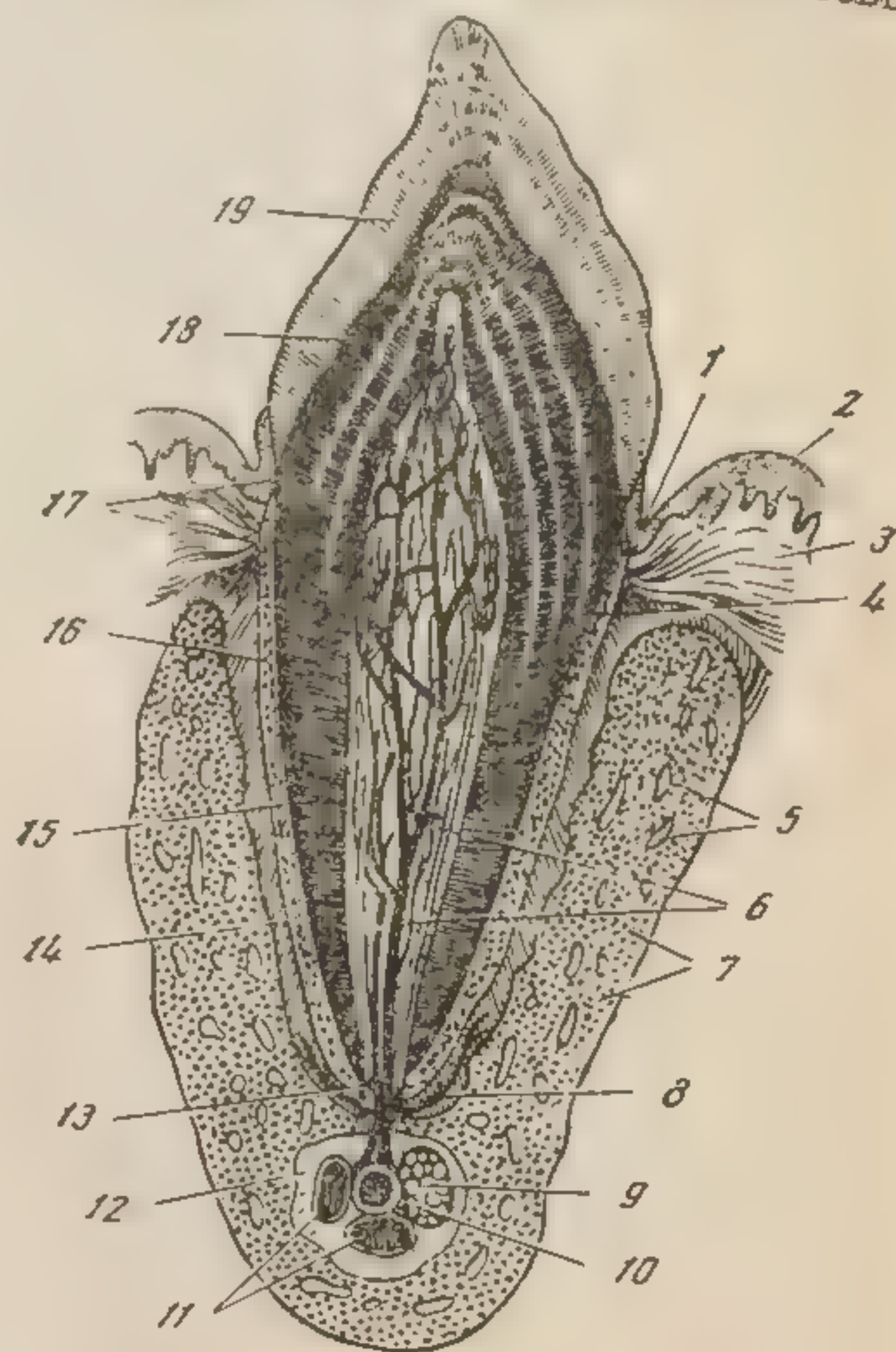


Рис. VII.3. Модель зубной пластинки с зачатками молочных зубов (по Фалину)

Рис. VII.4. Строение зуба и окружающих его тканей (по Пеккеру):  
 1 — десневой карман; 2 — эпителий;  
 3 — соединительнотканная подкладка десны; 4 — круговая связка зуба;  
 5 — пространство для костного мозга; 6 — пульпа с сосудами и нервами; 7 — костная ткань челюсти; 8 — связь с сосудами периодонта; 9 — пучок нервов; 10 — артерия; 11 — вены; 12 — нижнечелюстной канал; 13 — апикальное отверстие; 14 — периодонт; 15 — дентин; 16 — цемент; 17 — шейка зуба, 18 — дентин коронки; 19 — эмаль коронки



орган, — зубной цемент, который откладывается на поверхности корня особыми клетками — цементобластами. Зубная эмаль имеет эктодермальное происхождение, а дентин, пульпа, цемент — мезодермальное. Первыми начинают формироваться дентин и пульпа, позже эмаль.

В период от образования эмалевого органа вплоть до завершения кальцификации коронки имеет место непрерывный рост ее зачатка. Одновременно происходит дифференциация некальцифицированного зачатка. Рост происходит с неравномерной скоростью в разных отделах будущей коронки, однако порядок дифференциации, в частности выделения бугорков моляров, имеет строго фиксированный характер. Кальцификация клыка, моляров и премоляров начинается с вершин бугорков, а резцов — с режущего края. Постепенно волна кальцификации распространяется в сторону основания коронки. На молярах и премолярах сначала кальцифицируются бугорки, в промежутках между ними некоторое время продолжается рост. Он завершается в период, когда волны кальцификации смыкаются, встречаясь у основания бугорков. В этот момент зачаток коронки принимает вид тонкой «крышечки» с выступающими бугорками. Далее начинается рост боковых стенок коронки в высоту до достижения стадии «колокола». Процессы роста и кальцификации зубных зачатков относительно независимы друг от



друга, что в значительной степени определяет вариации конечных размеров и структуры коронки. После завершения кальцификации размеры коронки с возрастом уже не меняются. Вслед за коронкой начинается рост корневой системы — от шейки в сторону верхушки корня, причем на верхушке корня остается отверстие, проводящее в полость зуба нервы и кровеносные сосуды. Внутри зуба последние проходят по корневым каналам и собираются в пульповой камере (рис. VII.4).

Одновременно с формированием корня начинается процесс прорезывания зуба, т. е. выхода его над поверхностью десны, и установка в окончательное положение, в котором зуб должен функционировать. Имеется теория, согласно которой именно формирующийся корень «выталкивает» зуб из ячейки («корневая теория»), однако в настоящее время большинство исследователей считают прорезывание более сложным и многогранным процессом.

Сроки прорезывания зубов варьируют в зависимости от пола, расы, условий жизни. Представление о сроках прорезывания молочных и постоянных зубов в современных человеческих популяциях, относящихся к европеоидной большой расе, дает табл. VII.1. Из нее видно, что

Таблица VII.1

Сроки прорезывания молочных и постоянных зубов

Зубы	Возраст
<b>Молочные</b>	
Медиальные резцы . . . . .	6—8 мес
Латеральные резцы . . . . .	8—12 »
Первые моляры . . . . .	12—16 »
Клыки . . . . .	16—20 »
Вторые моляры . . . . .	20—30 »
<b>Постоянные</b>	
Медиальные резцы . . . . .	7—8 лет
Латеральные резцы . . . . .	8—12 »
Первые премоляры . . . . .	9—11 »
Вторые премоляры . . . . .	11—13 »
Клыки . . . . .	12—14 »
Первые моляры . . . . .	6—7 »
Вторые моляры . . . . .	12—13 »
Третьи моляры . . . . .	17—20 »

существует определенная последовательность прорезывания, хотя при вариациях сроков прорезывания отдельных зубов возможно ее нарушение. Раньше других в постоянной смене обычно прорезываются первые моляры, за ними — центральные резцы, однако возможна и обратная последовательность. Второй премоляр может «опережать» второй моляр, но может и «отставать» от него. Точно так же возможна альтернативная вариабельность в отношении сроков прорезывания клыка и первого премоляра, так что у одних детей наблюдается последовательность  $C-P1$ , а у других —  $P1-C$ . Клык обычно прорезывается раньше второго моляра, но отмечаются случаи, когда второй моляр (а иногда даже и третий) опережает клык. Особенно значителен размах вариаций прорезывания третьих моляров (зубов мудрости). Они часто появляются с большой задержкой, а иногда их не бывает совсем. Случаи врожденного отсутствия третьего моляра у современного человека нередки. Отмечается также врожденное отсутствие верхних латеральных резцов, нижних медиальных резцов и премоляров. Эти явле-



ния имеют преимущественно наследственный характер, что неоднократно показано методом посемейных исследований. Следует упомянуть также весьма редкое и интересное явление — так называемые натальные и неонатальные зубы, которые присутствуют у ребенка уже к моменту рождения либо прорезываются в течение 1-го мес после рождения. Эти зубы относятся к добавочной («предмолочной») смене зубов и обычно быстро выпадают.

С другой стороны, есть данные, свидетельствующие о возможности появления зубов дополнительной, «послепостоянной» смены. Эти явления атавистического характера связаны с наличием у человека потенциальной множественности смен зубов, унаследованной млекопитающими от рептилий.

Причины значительной вариабельности сроков прорезывания зубов у человека пока не вполне ясны. Сроки прорезывания зависят как от наследственных факторов, так и от условий среды. Прорезывание зубов тесно связано с общим ходом физического развития.

Межгрупповая изменчивость сроков прорезывания зубов редко связана с принадлежностью к той или иной большой расе. Пожалуй, только в одном случае (очень раннее прорезывание третьих моляров у африканских негроидов) изменчивость процессов прорезывания носит характер расовой особенности.

Существует эпохальная изменчивость ритма прорезывания зубов, связанная, в частности, с процессами акцелерации.

После завершения формирования коронки и корня и окончательной установки зуба в ряду возрастные изменения сводятся к отложению вторичного дентина, понижению пульповой камеры, облитерации каналов. Стирание зубов приблизительно характеризует возраст человека и используется для определения возраста на скелетном материале или живых людях. Степень стертости определяется в баллах:

Балл	Состояние зуба
<b>Для резцов и клыков:</b>	
0	полное отсутствие стертости; четко видны бугорки режущего края
1	на резцах стерты бугорки режущего края, на клыках несколько сошлифован либо округлен главный бугорок
2	на режущем крае резцов появляется узкая полоска дентина; на клыках — точка дентина на главном бугорке
3	образование широкой дентинной площадки: на резцах продолговатой формы, на клыках округлой
4	стирание коронки примерно до половины ее высоты
5	полное стирание коронки до шейки
<b>Для моляров и премоляров</b>	
0	полное отсутствие стирания, недавно прорезавшийся зуб
1	на некоторых участках коронки наблюдаются сошлифованные поверхности, вершины бугорков сглажены и округлены
2	появление отдельных точек обнажающегося дентина на вершинах бугорков
3	стирание всех выступающих частей коронки с образованием больших участков открытого дентина, эмаль сохраняется лишь в центральной ямке и межбугорковых бороздах
4	полное стирание всей эмали, вся жевательная поверхность состоит из обнаженного дентина, интенсивное отложение вторичного дентина, препятствующего вскрытию пульповой камеры
5	стирание коронки до половины ее высоты
6	полное стирание коронки до шейки



Определение возраста на скелетном материале лучше всего вести по молярам, так как характер стертости резцов и клыков сильно зависит от прикуса (табл. VII.2).

Зависимость степени стертости моляров от возраста (по Герасимову)

Таблица VII.2

Возраст	M1	M2	Возраст	M1	M2
10—13	0	0	25—30	2—3	2
13—14	0	0	30—35	3	2—3
14—16	1	0	35—40	3—4	3
16—18	1	0	40—50	4	3—4
18—20	2	1	50—60	5	4—5
20—25	2	2	60—70	5—6	5

Стирание зуба зависит от многих факторов: структуры и состава пищи, наличия в ней мелких песчинок, изменения прикуса вследствие удаления соседнего зуба. У древних людей стирание проходило более интенсивно, чем у современного человека. По интенсивности процесса стирания имеются значительные межгрупповые различия среди современных этнических групп.

**Половые различия** в строении зубов очень незначительны. До сих пор не удается установить четкой закономерности этих различий в отношении основных морфологических показателей: числа бугорков, гребней и складок коронки, дополнительных бугорков. Существуют значительные половые различия величины зубов: все размеры коронок у женщин в среднем меньше. При этом особенно различаются зубы, подвергающиеся редукции, в частности вторые моляры. Неравномерность полового диморфизма определяет различия не только в абсолютных, но и в относительных размерах зубов в ряду: у женщин, например, второй моляр в среднем не только абсолютно меньше (по сравнению с мужчинами той же популяции), но и относительно меньше в сравнении с первым моляром своего ряда. Говорить о половых различиях в размерах зубов можно только в смысле статистическом, как о разнице средних арифметических величин. По размерным характеристикам для обоих полов одной и той же расовой группы наблюдается значительная трансгрессия данных, так что определение пола на скелетном материале по зубам в индивидуальных случаях имеет слишком большой риск ошибки и не может быть рекомендовано для широкой практики.

Половые различия существуют также по срокам прорезывания постоянных зубов: у девочек зубы прорезываются в среднем раньше, чем те же зубы у мальчиков. Исключение составляют зубы мудрости, которые у юношей обычно прорезываются раньше.

**Морфогенез.** Сформировавшиеся зубы имеют определенный спектр морфологических вариаций, ограниченный известными рамками для каждого класса, так что случаи «уподобления» зубам другого класса довольно редки. Выраженный гетеродонтизм закреплён в зубной системе генетически. Преобладающая роль генетических факторов в формировании морфологических структур зубов, включая тонкие детали, доказана многими исследованиями, в частности материалами по близнецам. Законы генного контроля морфогенеза зубов сформулированы в



теории морфогенетических полей Батлера — Дальберга. Согласно этой теории в онтогенезе имеет место сложная иерархическая система генетического контроля, при которой более общие морфогенетические поля, определяющие биохимические, гистологические, общеоанатомические свойства всех зубов, накладываются на поля более узкого действия («класс-специфические»), в пределах которых формируются характерные особенности, присущие данному классу. Эти особенности наиболее ярко проявляются в зоне поля, называемой полюсом класса. В ней располагается так называемый «ключевой зуб», обычно наиболее крупный, дифференцированный и типичный для данного класса. Например, ключевым зубом класса моляров постоянной смены является первый моляр, класса резцов — медиальный резец. Поло-  
 жение полюсов неодинаково в молочной и постоянной смене, а также на верхней и нижней челюстях. Ключевые зубы, относительно стабильны, менее подвержены редукции и имеют сравнительно узкий размах вариаций. В отличие от них остальные зубы данного класса называются вариабельными. Они имеют более широкий спектр вариаций, тенденцию к редукции и отличаются более слабой выраженностью специфических признаков класса.

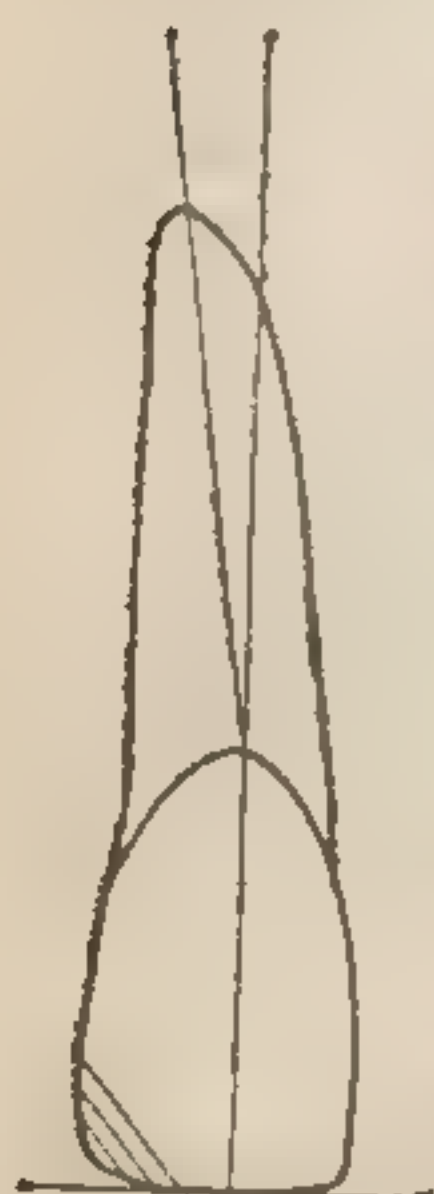


Рис. VII.5. Признак угла и признак корня для определения квадранта, к которому принадлежит зуб. Округленный дистальный угол резца заштрихован, показано отклонение корня в дистальном направлении

**Морфологическая характеристика зубов.** Без морфологического описания невозможно говорить об использовании одонтологических данных в антропологии.

Характерными признаками *резцов* обеих смен у человека является более или менее протяженный узкий режущий край коронки и один корень. Латеральные резцы на обеих челюстях имеют округленный дистальный угол. На верхней челюсти медиальный резец значительно шире латерального, а для нижней характерно обратное соотношение размеров. Нижние резцы по общим размерам меньше верхних, имеют узкую, долотовидную коронку и уплощенный в мезио-дистальном направлении корень. Верхние резцы массивнее, крупнее, вестибулярная поверхность их более выпуклая, корень массивный, мало уплощенный. Краевые гребни, окаймляющие лингвальную поверхность верхних (редко нижних) резцов, бывают сильно выражены, и тогда зуб приобретает форму совковой лопаты («лопатообразные резцы»). Латеральные верхние резцы имеют выраженную тенденцию к редукции, иногда искажающей до неузнаваемости форму зуба. Резец становится похожим на клык с одним острым бугорком или на тонкую «палочку» («колышковидные зубы»). Правые резцы отличаются от своих антимеров (т. е. одноименных зубов левой стороны) по признаку корня и признаку угла (рис. VII.5). Эти признаки, применяемые при определении изолированных зубов, характерны тем, что корень отклоняется, как правило, дистально от перпендикуляра к режущему краю, а дистальный угол коронки (особенно у латеральных резцов) округлен. Они выражены главным образом на верхних резцах. Принадлежность нижних резцов к той или иной стороне определяется по универсальному для всего класса резцов показателю: дугообразный изгиб эмалево-цементной границы на мезиальной стороне имеет большую высоту, чем на дистальной.

**Клыки** характеризуются массивной коронкой с одним заостренным бугорком и одним длинным корнем. У нижних клыков иногда наблюдаются два корня. Верхние клыки отличаются от нижних более «тол-



стой» (в вестибуло-лингвальном направлении) и широкой горонкой и округлым корнем. Лингвальная поверхность коронки нижнего клыка выглядит более «крутой», отвесной, располагаясь под более острым углом к оси коронки, чем у верхнего, что можно наблюдать в мезиальном и дистальном нормах. Сторона, к которой принадлежит изолированный клык, определяется по заметно большей выпуклости эмали с мезиальной стороны вестибулярной поверхности коронки, а также по более протяженному и располагающемуся под более острым углом к оси коронки дистальному ребру режущего края.

**Премоляры** верхней и нижней челюсти сильно отличаются друг от друга. Коронка верхнего премоляра имеет в вертикальной норме (т. е. со стороны жевательной поверхности) вытянутую, овальную форму и состоит из двух бугорков приблизительно одинакового размера, разделенных бороздкой. Коронка нижнего премоляра в горизонтальном сечении имеет округлую форму, причем вестибулярный бугорок значительно превосходит лингвальный как по площади, так и по высоте. Бороздка, разделяющая бугорки на нижнем премоляре (особенно на первом), может быть прервана массивным эмалевым гребнем.

Первый и второй верхние премоляры очень мало отличаются друг от друга. Основным признаком отличия — число корней: первый может иметь два корня (реже — один или три), а второй, как правило, один. Сторона, к которой принадлежит верхний премоляр, определяется величиной мезиального сдвига вершины лингвального бугорка по отношению к вершине вестибулярного бугорка в лингвальной норме.

Первый и второй нижние премоляры различаются сильнее, чем верхние. Первый нижний премоляр обычно имеет клыковидную форму, при которой вестибулярный бугорок, высокий и острый, значительно превосходит лингвальный и соединен с последним непрерывным массивным гребнем. Второй нижний премоляр отличается, как правило, более низким вестибулярным бугорком, относительно крупным лингвальным и непрерывной бороздкой, разделяющей эти бугорки. Первый премоляр иногда имеет раздвоенный корень. Сторона, с которой взят изолированный нижний премоляр, определяется по двум ориентирам: более крупному и массивному вестибулярному бугорку и более глубокой и обширной дистальной ямке жевательной поверхности.

Верхние премоляры обычно не дают широкого спектра вариаций, а нижние варьируют весьма широко, от клыковидной простой формы до высокодифференцированной, моляризованной коронки с 4—5 бугорками.

**Моляры** — структурно наиболее сложные зубы системы. Верхние постоянные моляры человека характеризуются массивной, четырехугольной (при редукции — треугольной) коронкой и тремя корнями.

Для «ключевого» первого моляра типично наличие четырех хорошо развитых бугорков, форма коронки, близкая к ромбу, с выступающими мезио-вестибулярным и дисто-лингвальным углами, три несрастающихся, несколько расходящихся корня. Наиболее крупным бугорком коронки является мезио-лингвальный — протоконус (*pr*). На его боковой поверхности иногда развивается дополнительный бугорок (бугорок Карабелли) — новое в эволюционном отношении образование, характерное для современного человека. Вестибулярная часть коронки образована двумя крупными бугорками — параконусом (*pa*) и мета-конусом (*me*), занимающими соответственно мезио-вестибулярный и дисто-вестибулярный углы. Дисто-лингвальный угол занимает нестабильный, подверженный редукции бугорок — гипоконус (*hy*).

Бугорки разделены глубокими бороздами (борозды первого по-



рядка): вестибулярной (борозда I) — между параконусом и метако-  
нусом, мезиальной (борозда II) — между параконусом и протокону-  
сом, центральной (борозда III) — между протоконусом и метакону-  
сом и, наконец, дисто-лингвальной (борозда IV), отделяющей гипоко-  
нус от трех основных, филогенетически более древних бугорков, состав-  
ляющих вместе тригон (треугольник). Гипоконус образует филогене-  
тически «молодую» часть коронки, называемую талоном («пяткой»).  
Три основные борозды тригона сходятся в одной точке, формируя  
центральную ямку.

Каждый бугорок, как правило, делится на три элемента—гребня  
(мезиальный, главный и дистальный), которые разделены двумя ос-  
новными бугорковыми бороздами 1 и 2 (борозды второго порядка).  
Вариации борозд второго порядка и мелких дополнительных бугорко-  
вых борозд (элементы третьего порядка) представляют значительный  
интерес для антропологии. Им посвящен специальный раздел одонто-  
логии («одонтоглифика»), в настоящее время уже достаточно разрабо-  
танный и освещенный в специальной одонтологической литературе.  
Данные по бугорковым бороздам используются при близнецовом ана-  
лизе, а также в целях расовой диагностики при разработке проблем  
внутривидовой таксономии *Homo sapiens*. Некоторые особенности одон-  
тоглифики прочно вошли в последнее время в программы этнической  
одонтологии. К числу таких признаков на верхних молярах относится,  
например, форма первой борозды параконуса. Характерный ее изгиб,  
направленный выпуклостью в мезио-лингвальную сторону, называемый  
«формой 3» борозды 1 ра, или «лирообразным изгибом» (борозда при  
этом напоминает половину лиры), оказался хорошим маркером монго-  
лоидности при анализе расового типа группы.

Второй верхний моляр отличается от первого меньшей массивно-  
стью коронки, особенно сокращенным мезио-дистальным диаметром,  
выраженной тенденцией к редукции гипоконуса (иногда до полной его  
утраты), срастанием корней (особенно мезиального и лингвального,  
т. е. корней прото- и параконуса). Вторые моляры весьма редко имеют  
бугорок Карабелли. На первом и втором молярах обычно имеются ме-  
зиальная и дистальная контактные фасетки, т. е. небольшие сошлифо-  
ванные участки эмали, образовавшиеся вследствие соприкосновения с  
соседним зубом. Третий верхний моляр очень похож на второй и отли-  
чается от него в основном более низкой коронкой, укороченными, часто  
изогнутыми корнями, еще более выраженной тенденцией к срастанию  
корней, отсутствием контактной фасетки на дистальной поверхности.  
Сторона, к которой принадлежит верхний моляр, легче всего опреде-  
ляется по корневой системе: с лингвальной стороны расположен округ-  
лый, длинный корень, с мезиальной — длинный, широкий и плоский, с  
дистальной — короткий, более или менее округлый, часто искривлен-  
ный. Если корни сращены, можно ориентироваться по расположенному  
на лингвальной стороне наиболее крупному из бугорков — протокону-  
су, а также сильно выдающемуся в вестибулярном направлении пара-  
конусу. Гипоконус при сросшихся корнях чаще всего сильно редуциро-  
ван, что дает еще один ориентир для определения дистальной и линг-  
вальной сторон. На трехбугорковых верхних молярах протоконус за-  
нимает всю лингвальную часть коронки, а вестибулярная и мезиаль-  
ная стороны легко определяются по параконусу, образующему высту-  
пающий угол (второй по величине бугорок).

Нижние моляры отличаются от верхних формой коронки, имеющей  
со стороны жевательной поверхности вид пятиугольника или правиль-  
ного четырехугольника. Очень редко коронка нижнего моляра приоб-



ретает треугольную форму. Это наблюдается в основном у третьих моляров при сильной степени редукции. Корней у нижних моляров, как правило, два: широкий мезиальный и более узкий дистальный. Иногда наблюдается третий дополнительный корень. Иногда

Для ключевого первого нижнего моляра наиболее типична форма Y5, но нередко также типы +5, Y6, Y4. Четырехбугорковые формы, особенно +4 и X4, весьма распространены среди вторых моляров, наряду с ними могут встречаться и более дифференцированные формы, чаще всего с узором плюс: +5, +6. Третий моляр обычно характеризуется формами X5, X4 либо различными вариантами плюс-узора. Редкий вариант Y3 встречается чаще всего среди зубов мудрости, но возможен и среди вторых моляров.



Кроме перечисленных признаков коронки, моляры нижнего ряда отличаются друг от друга корневой системой. Первый моляр имеет массивные, крайне редко срастающиеся корни, в то время как второй и третий обнаруживают выраженную тенденцию к срастанию корней. Второй моляр отличается от третьего наличием двух контактных фасеток — мезиальной и дистальной.

Сторона, с которой взят нижний моляр, определяется по следующим ориентирам: более широкий и массивный корень указывает мезиальное направление, более узкие и высокие бугорки (если наблюдать в мезиальной норме) находятся на лингвальной стороне. Система межбугорковых борозд II+IV сдвинута в целом в лингвальную сторону и редко располагается по средней линии жевательной поверхности. Верхушки корней обычно изогнуты в дистальном направлении. Глубокие боковые борозды встречаются на вестибулярной поверхности.

Борозда II на нижних молярах может быть прервана у центральной ямки гребнем, соединяющим метаконид с протоконидом и называемым дистальным гребнем тригониды.

На бугорках нижних моляров, как и верхних, имеется по две основных бугорковых борозды (1 и 2), выделяющих три элемента-гребня (мезиальный, главный и дистальный). Главный гребень метаконида может изгибаться под прямым или почти прямым углом, образуя коленчатую складку метаконида.

Бугорковые борозды 1 и 2 обнаруживают ряд вариаций в отношении точек соединения с бороздами первого порядка. Например, вторая борозда метаконида (2 *med*) может впадать в межбугорковые борозды II, III или же в центральную ямку, образуя варианты 2 *med* (II), 2 *med* (fc), 2 *med* (III).

Дистальный гребень тригониды, коленчатая складка метаконида и варианты хода борозды 2 *med* являются хорошими расово-диагностическими маркерами.

Молочные моляры отличаются от постоянных рядом характерных признаков: меньшими общими размерами, тонкими заостренными корнями, напылами эмали в основании коронок (благодаря чему последние более резко отграничены от корня, чем у постоянных моляров), тенденцией к тавродонтизму. Молочные резцы и клыки морфологически в общем сходны с постоянными зубами того же класса, что можно сказать также о вторых молочных молярах, очень похожих на первые постоянные. Первые верхние и нижние молочные моляры имеют весьма своеобразную форму: верхние скорее напоминают моляризованный верхний премоляр, а нижние отличаются рядом своеобразных, порой весьма архаичных черт (наличие параконида, наклон боковой поверхности коронки в мезио-вестибулярном ее отделе).

**Морфологические особенности зубов в различных расовых группах.** Исследователи уже давно заметили, что наибольшим одонтологическим своеобразием характеризуется монголоидная раса. Было сформулировано понятие «монголоидный зубной комплекс», обозначающее набор признаков, выделяющих монголоидные группы. Теперь можно констатировать, что монголоидным комплексом характеризуются не только монголоиды, но и ряд расовых групп, относящихся к австралоидному и веддоидному расовым типам, вследствие чего специалисты по одонтологии в СССР предпочитают употреблять термины «восточный зубной комплекс», а также «восточный одонтологический ствол». Восточный ствол характеризуется значительной выраженностью лопатообразной формы верхних резцов (до 90—100% на медиальных резцах), повышенным процентом дистального гребня тригониды (до



40%), коленчатой складки метаконида (до 50%) и шестого бугорка (до 40%) на первом нижнем моляре, высокой частотой (до 80%) формы 3 борозды 1 *pa*, понижением процента 4-бугорковых вторых нижних моляров, варианта 2 *med* (II) на метакониде первого нижнего моляра и часто бугорка Карабелли. Восточный ствол можно в целом противопоставить западному, в который следует включить, хотя и с некоторыми оговорками, представителей европеоидной расы и негроидов Африки.

Западный одонтологический ствол имеет общее «ядро», включающее важнейшие расоводиагностические признаки, и характеризуется прежде всего низким процентом (до 10—15%) лопатообразной формы верхних резцов, низким процентом (до 15%) дистального гребня тригонида, коленчатой складки метаконида (в основном не более 15—20%) и шестого бугорка (обычно не выше 10%) на первом нижнем моляре. Кроме того, для большинства «западных» групп характерна тенденция к редукции нижних моляров.

В пределах западного ствола наблюдаются довольно значительные вариации по отдельным одонтологическим признакам. Прежде всего нужно отметить своеобразие негро-африканского типа, который отличается резко пониженным процентом бугорка Карабелли (всего 8—12%), варианта 2 *med* (II) (менее 15%), ослаблением тенденции нижних моляров к редукции, повышенной (и наивысшей среди всех изученных типов мира) концентрацией внутреннего среднего дополнительного бугорка на первом нижнем моляре. Африка еще очень мало изучена в одонтологическом отношении, поэтому сейчас еще трудно говорить о каких-то одонтологических подтипах в пределах этого континента, зато вариации одонтологических типов европеоидной расы уже достаточно хорошо известны по материалам с территории СССР.

К настоящему времени стало возможно говорить о существовании трех основных ветвей западного ствола на территории Восточной Европы и Кавказа или трех типов: среднеевропейского, северного грацильного и южного грацильного. Первый распространен в основном в средней полосе европейской части РСФСР, на территории Украины, Южной и Центральной Белоруссии, в Литве, в Южной и Западной Латвии, частично в Западной Эстонии. К сожалению, у нас нет данных по многим странам Западной и Восточной Европы, и потому мы не можем сказать, как далеко распространяется этот тип на запад. Пока достоверно известно лишь то, что он глубоко проникает на территорию Болгарии, а также представлен на юге Швеции. Среднеевропейский тип характеризуется наиболее «чистым» западным комплексом одонтологических особенностей: очень низкими частотами лопатообразных резцов, дистального гребня тригонида, коленчатой складки метаконида и шестого бугорка. Наряду с этим обычно высок процент бугорка Карабелли и варианта 2 *med* (II). Весьма важной особенностью среднеевропейского типа является слабая тенденция к редукции нижних моляров (доля 4-бугорковых первых нижних моляров редко достигает 10%). Тип в целом довольно стабилен и обнаруживает сравнительно небольшие географические вариации.

К северу и к югу от полосы, занятой среднеевропейским типом, лежат зоны распространения грацильных типов — северного и южного. Оба типа сходны по характеру целого комплекса, но различны по отдельным признакам. Сходство заключается прежде всего в резко выраженной тенденции к грацилизации и редукции нижних моляров. Частоты 4-бугорковых нижних моляров как в северных, так и в южных группах могут иногда достигать и даже превышать 30%. Второй



характерной общей чертой двух грацильных типов, отличающей их от среднеевропейского типа, является наличие тех или иных признаков восточного одонтологического ствола. На севере к такой «восточной» черте (чаще всего единственной) относится повышение частоты коленчатой складки метаконида (до 30%), а на юге — скорее дистального гребня тригониды (до 10—15%), хотя возможно и повышение процента коленчатой складки. Южный грацильный тип отличается от северного (а также и от среднеевропейского) понижением процента бугорка Карабелли и значительным понижением частоты варианта 2 *med* (II). Любопытно, что в этом отношении он является связующим звеном между среднеевропейским и северным грацильным типами, с одной стороны, и негро-африканским типом — с другой. К этому можно добавить, что именно в группах, принадлежащих к южному грацильному типу, отмечается временами довольно существенное повышение такой «африканской» особенности, как внутренний средний дополнительный бугорок.

Географическое распространение грацильных типов изучено еще недостаточно. В настоящий момент мы можем констатировать, что северный грацильный тип встречается на территориях Эстонии, Восточной Латвии, Северной Белоруссии, Карелии, в северо-западных районах РСФСР. Он занимает практически всю территорию Финляндии, отмечен в Северной Польше и Исландии. Черты северного грацильного типа прослеживаются у финно-угорских народов Поволжья и Западной Сибири. Комплекс черт, в котором сочетается высокий процент коленчатой складки с низкой частотой дистального гребня и более или менее редуцированными нижними молярами, сближает представителей северного грацильного типа с коренным населением Сибири, которое имеет значительно более высокую концентрацию «фоновых» особенностей восточного ствола, таких, как лопатообразная форма резцов и шестой булковых вариантов северного грацильного типа также неодинакова: наряду с группами, где этот компонент выражен в весьма значительной степени (например, у финнов северо-востока Финляндии), есть примеры почти полного отсутствия восточных показателей при наличии характерной грацилизации нижних моляров (русские Псковской и Новгородской областей). По-видимому, в Северной Европе и в Прибалтике существуют также другие варианты западного ствола, родственные северному грацильному и среднеевропейскому типам. Встречаются на севере Европы также одонтологические комплексы, несущие в своем составе чужеродные компоненты, принесенные из отдаленных регионов, например ненцы.

Южный грацильный тип распространен на территориях Кавказа, Северной Индии, в Болгарии (Фракийская низменность), частично в Средней Азии и Поволжье, большей частью в виде примесей. По-видимому, он имеет широкий ареал, включающий южные районы Европы и Азии, но известные материалы пока не позволяют определить точные границы этого ареала.

В пределах восточного ствола также наблюдаются значительные вариации по отдельным одонтологическим признакам, что со временем, несомненно, позволит выделить четко очерченные типы. Сейчас можно констатировать, что наиболее «концентрированные» восточные комплексы, обладающие практически всем набором восточных черт в их максимально полном выражении, отмечаются в Центральной Азии, прежде всего в Монголии. К северу лежит область распространения одонтологических типов Сибири, для которых общей чертой является



резкое понижение частот дистального гребня тригониды (иногда до 4—5%). На западе Сибирского региона наблюдается также понижение процента лопатообразных резцов, по всей территории нередки случаи грацилизации нижних моляров.

Южная ветвь монголоидной расы, а также группы веддоидного происхождения характеризуются значительным снижением частот лопатообразных резцов, наряду с обычными, «монгольскими» значениями частот дистального гребня тригониды, коленчатой складки и других восточных признаков.

Австралийские аборигены в одонтологическом отношении весьма близки к монголоидным вариантам Центральной Азии. Данных по Океании пока немного, но, судя по частотам лопатообразных резцов, этот регион в одонтологическом отношении скорее всего близок к представителям южноазиатской расы.

Американоиды (если судить по материалам с территории Перу) имеют выраженный восточный зубной комплекс, занимающий промежуточное положение между классическим «полным» комплексом монголов и населением Сибири, с которым американские индейцы имеют характерную общую черту: пониженный процент дистального гребня тригониды.

Восточный и западный одонтологические стволы образуют широкий спектр смешанных комплексов, примером чего может служить Среднеазиатско-Казахстанский регион, включающий бесчисленное множество переходных метисных вариантов — от достаточно концентрированного восточного комплекса (казахи, киргизы) до почти чисто западного (некоторые группы Памира). В качестве основного европеоидного одонтологического компонента территории Средней Азии и Казахстана выступает южный грацильный тип, но прослеживаются также и черты среднеевропейского типа.

Используемый в этнической одонтологии комплекс диагностических признаков может быть расширен за счет системы одонтоглифики, а также за счет некоторых измерительных признаков (если речь идет о краниологическом материале). Размеры зубов в ряде случаев обнаруживают некоторую расовую специфичность. Например, крупными размерами зубов характеризуются австралоиды, американоиды, представители арктической расы. Четкой связи с большими расами измерительные признаки зубов, однако, не обнаруживают.

Несмотря на большое разнообразие одонтологических типов среди современных рас, все человечество объединяется фундаментальными морфологическими особенностями зубной системы, носящими эволюционно прогрессивный характер, и может быть противопоставлено как единое целое неандертальскому человеку в одонтологическом отношении. Такие особенности зубов неандертальцев, как отсутствие мезиодистальной редукции дистальных верхних моляров, крайне массивные (особенно по вестибуло-лингвальному диаметру) резцы и клыки, особая структура тригониды нижних моляров с широким, сложным «дисто-осевым» гребнем, тауродонтизм, не могут быть констатированы у современных рас вообще либо не образуют комплекса ни в одной из современных рас. По характеру морфологии зубной системы человек наших дней заметно отличается даже от ископаемого человека современного вида в связи с тем, что некоторые неандертальские особенности «переступили» эволюционную грань между неандертальцем и *Homo sapiens* и сохранялись в течение долгого времени у представителей верхнепалеолитического и даже мезолитического человечества, постепенно элиминируясь по мере приближения к современности. В част-



ности, у всех современных рас резко усилилась степень редукции тех или иных элементов зубной системы. При этом, если в какой-либо из расовых групп наблюдается низкий уровень редукции в одной части системы, в другом ее отделе непременно находятся признаки редукционного комплекса. Так, например, у эскимосов крайне низкий уровень редукции нижних моляров сочетается с предельно высоким по мировому масштабу уровнем редукции моляров верхней челюсти.

Изменения признаков, связанные с редукционным процессом, носят характер устойчивой, одинаково направленной в разных расовых группах эпохальной тенденции. Есть много данных, указывающих на то, что эпохальные изменения зубной системы не прекращались в течение последних веков. Расовая либо географическая специфика этого процесса заключается не в его направлении, а лишь в периодах времени, на которые приходится «пики» изменения признаков. За последние века нарастала частота редуцированных форм верхних моляров, скученного расположения зубов (краудинга), бугорка Карабелли, менялись размерные характеристики зубов. Есть основания думать, что процесс этот продолжается. Его расовая нейтральность и универсальность лишь один раз заставляет рассматривать человечество как единое динамичное целое.

Вопрос о факторах эволюции зубной системы и образования современных одонтологических комплексов не может считаться решенным. По-видимому, в этом процессе в разное время сыграли роль такие факторы, как общий ход эволюции черепа, изменения состава и структуры пищи, массовый характер патологических поражений зубов (прежде всего кариеса), наконец, изоляция. Последняя, вероятно, была основным фактором, приведшим древнее человечество на рубеже становления *Homo sapiens* к первичному (надрасовому) делению на западный и восточный одонтологические стволы.

ГЛАВА VII  
ВНУТРЕ

ОБЩИЕ

Внут  
мальной  
газообме  
возможн  
ние орга  
хательну  
рат, рас

По с

тые и же

и могут

или вых

соки (се

кринные

ную сре

(сальные

(эндокри

в сосуди

низма (и

Некотор

функцио

дочная ж

Тру

строение

данного

лость тр

деление

химичес

воздуха

тами де

среды и

эпители

(плоски

ную осн

ных кл

ную со

счет об

имеют

вающем

При дл

ее длин

26 м. П

поверх

(1,7 м



## ГЛАВА VIII

# ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ

Внутренние органы обеспечивают организм необходимыми для нормальной жизнедеятельности питательными веществами, участвуют в газообмене, выделяют из организма продукты метаболизма, делают возможным продолжение рода. По строению и функциям все внутренние органы объединяются в несколько систем: пищеварительную, дыхательную, выделительную, репродуктивную, — и эндокринный аппарат, рассматриваемый нами отдельно (см. гл. XI).

По общему плану строения внутренние органы делятся на трубчатые и железистые. Первые служат для проведения пищи, воздуха, мочи и могут быть либо сквозными, либо замкнутыми — с одним входным или выходным отверстием. Железистые органы (железы) продуцируют соки (секреты) и подразделяются на железы внешней секреции (экзокринные) с выводными протоками, открывающимися наружу во внешнюю среду — на поверхность тела или в просвет трубчатых органов (сальные, потовые железы, печень), и железы внутренней секреции (эндокринные), продукты деятельности которых (гормоны) поступают в сосудистое русло и служат источником гуморальной регуляции организма (щитовидные и околощитовидные, надпочечники, гипофиз и др.). Некоторые железы обладают способностью к двойной секреции, т. е. функционируют как экзокринные и эндокринные, например поджелудочная железа с ее островковым аппаратом, половые железы.

**Трубчатые органы.** Стенки трубчатых органов имеют трехслойное строение, детализация которого определяется конкретными функциями данного органа (рис. VIII.1). Внутренняя оболочка, выстилаящая полость трубки, — слизистая. Она обеспечивает всасывание одних и выделение других веществ, а также изменение физического состояния и химического состава содержимого трубки (фильтрация и увлажнение воздуха в дыхательных путях; разбавление пищевой кашицы продуктами деятельности пищеварительных желез; изменение кислотности среды и т. д.). Слизистая образована одним или несколькими слоями эпителиальных клеток специфического для каждого органа строения (плоских, мерцательных, цилиндрических), имеет соединительнотканную основу в виде собственной оболочки и тонкий слой гладкомышечных клеток. Последние обеспечивают слизистой оболочке определенную сократимость. Наибольшая поверхность слизистой достигается за счет образования складок и ворсинок. Выросты слизистой кишечника имеют длину в среднем 0,7 мм, их ширина равна  $\frac{1}{4}$  длины. Во всасывающем отделе кишечной трубки на  $1\text{ мм}^2$  приходится 12—14 ворсинок. При длине тонкой кишки около 8 м растяжение складок увеличило бы ее длину до 13 м, а разглаживание ворсинок удлинило бы трубку до 26 м. При поперечнике трубки, равном 8 см, площадь ее внутренней поверхности составит  $2,0\text{ м}^2$ , что превышает площадь поверхности тела (1,7  $\text{м}^2$ ). Ворсинки отличаются большим разнообразием формы: среди них встречаются сосцевидные, пальцевидные, конические, нитевидные.



Так, в луковице двенадцатиперстной кишки они имеют чаще пальцевидные, листообразные, остроконечные очертания, нередко наблюдается их ветвление. На границе с тощей кишкой ворсинки выше и тоньше. Такое различие форм объясняется разнообразием выполняемых ворсинками функций.

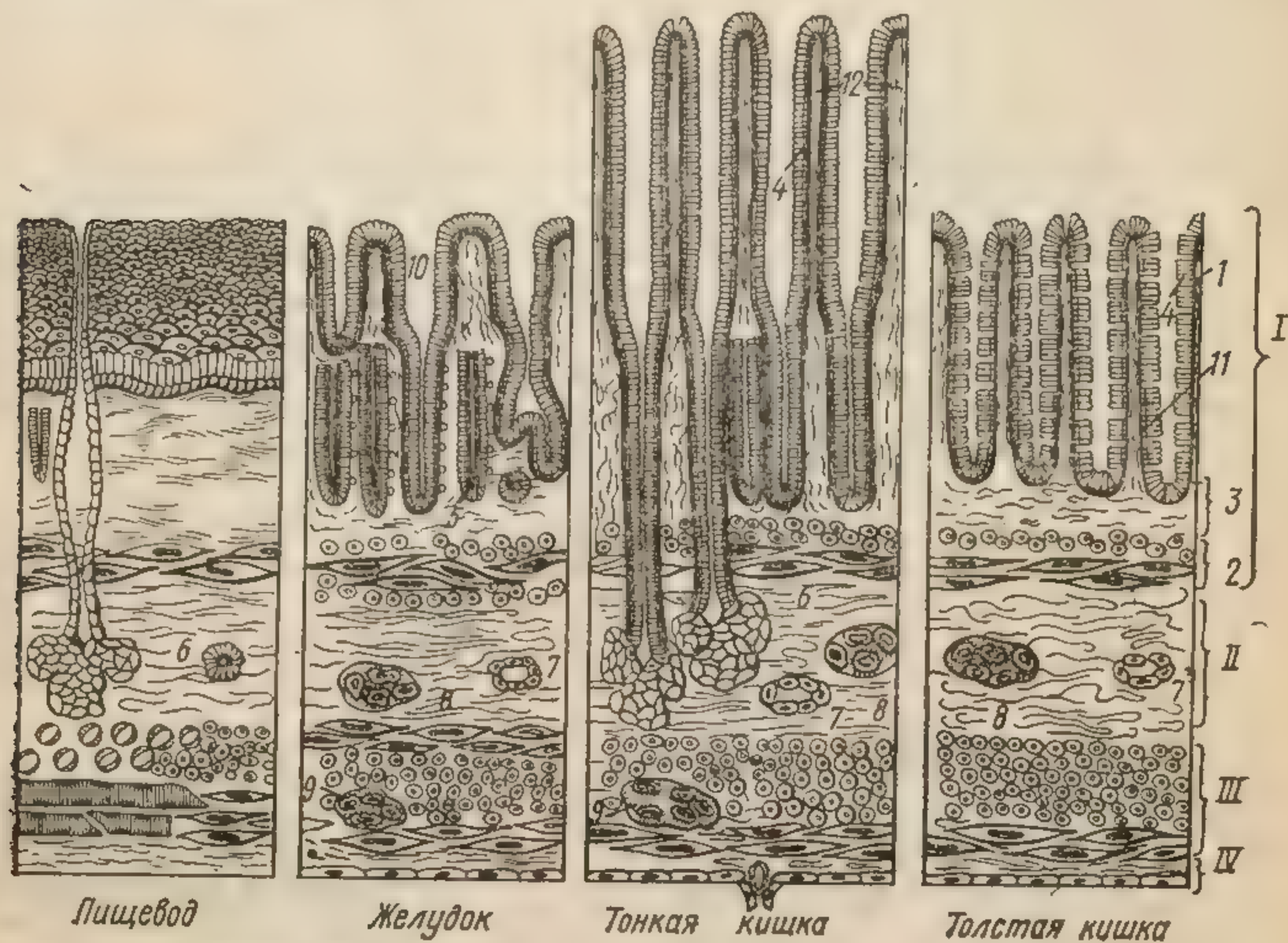


Рис. VIII.1. Общий план строения пищеварительной трубки (по Елисееву с сотр., 1972):

I — слизистая оболочка; II — подслизистая основа; III — мышечная оболочка; IV — серозная и адвентициальная оболочка; 1 — эпителий; 2 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 3 — собственная пластинка слизистой оболочки; 4 — бокаловидные клетки; 5 — железы в собственной пластинке слизистой оболочки; 6 — железы, расположенные в подслизистой основе; 7 — сосудистые сплетения; 8 — подслизистое нервное сплетение (Мейснера); 9 — межмышечное нервное сплетение (Ауэрбаха); 10 — желудочные ямки; 11 — кишечные крипты; 12 — кишечные ворсинки

Площадь внутренней поверхности трубчатых органов увеличивается также за счет образования петель (изгибов трубки) и слепых выростов.

Характер эпителиального покрова слизистой связан с его назначением. Эпителий в этих органах может быть однослойным или многослойным. В дыхательных путях эпителиальные клетки имеют выросты-реснички, движениями которых перемещаются кнаружи инородные частицы (пыль), попавшие сюда с вдыхаемым воздухом и осевшие на поверхность слизистой. Для слизистой зева лягушки сила движения (мерцания) ресничек составляет  $366 \text{ г/см}^2$  поверхности.

Трубчатые органы-пути активно регулируют прохождение их содержимого (пищевых и каловых масс, воздуха, мочи). Это достигается благодаря сокращению мышечных элементов средней оболочки. В сквозных трубчатых органах (пищеварительный тракт) регуляция движения содержимого входного и выходного отделов обеспечивается поперечнополосатыми мышцами. У трубчатых органов с единственным



Так, в луковице двенадцатиперстной кишки они имеют чаще пальцевидные, листообразные, остроконечные очертания, нередко наблюдается их ветвление. На границе с тощей кишкой ворсинки выше и тоньше. Такое различие форм объясняется разнообразием выполняемых ворсинками функций.

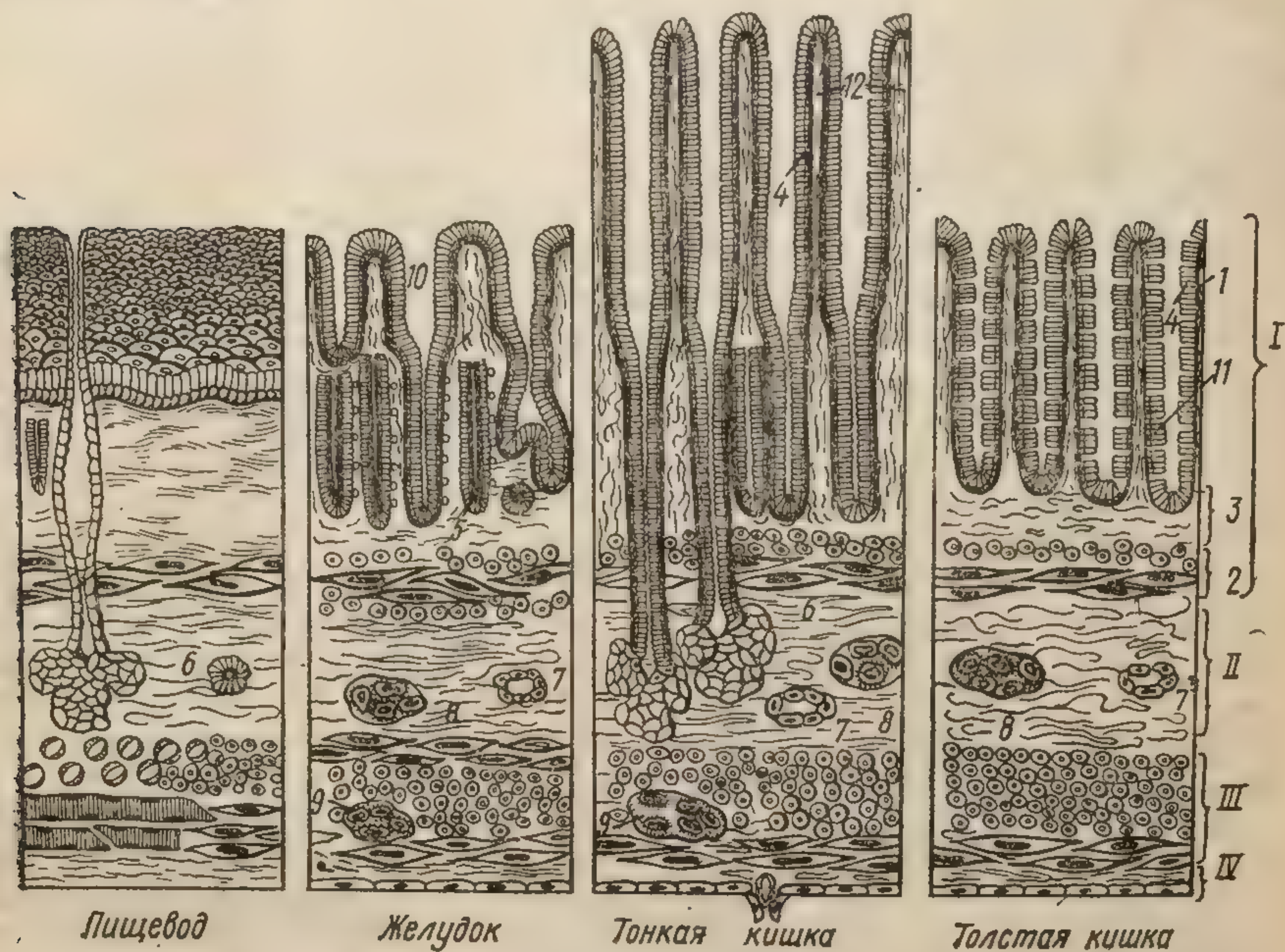


Рис. VIII.1. Общий план строения пищеварительной трубки (по Елисееву с сотр., 1972):

I — слизистая оболочка; II — подслизистая основа; III — мышечная оболочка; IV — серозная и адвентициальная оболочка; 1 — эпителий; 2 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 3 — собственная пластинка слизистой оболочки; 4 — бокаловидные клетки; 5 — железы в собственной пластинке слизистой оболочки; 6 — железы, расположенные в подслизистой основе; 7 — сосудистые сплетения; 8 — подслизистое нервное сплетение (Мейснера); 9 — межмышечное нервное сплетение (Ауэрбаха); 10 — желудочные ямки; 11 — кишечные крипты; 12 — кишечные ворсинки

Площадь внутренней поверхности трубчатых органов увеличивается также за счет образования петель (изгибов трубки) и слепых выростов.

Характер эпителиального покрова слизистой связан с его назначением. Эпителий в этих органах может быть однослойным или многослойным. В дыхательных путях эпителиальные клетки имеют выросты-реснички, движениями которых перемещаются кнаружи инородные частицы (пыль), попавшие сюда с вдыхаемым воздухом и осевшие на поверхность слизистой. Для слизистой зева лягушки сила движения (мерцания) ресничек составляет  $366 \text{ г/см}^2$  поверхности.

Трубчатые органы-пути активно регулируют прохождение их содержимого (пищевых и каловых масс).



отверстием поперечнополосатые мышечные волокна имеются лишь у входного (дыхательные пути) или выходного (мочевыводящие пути) отверстия.

Гладкомышечные волокна в средней оболочке образуют два слоя: внутренний круговой и наружный продольный. Волокна последнего располагаются по всему периметру трубки или группируются в три ленты (толстый кишечник). Продольный слой создает сопротивление при сокращении круговых волокон. Детальное изучение направления мышечных волокон, проведенное в последнее время, показало их спиральную закрученность, создающую при малом витке спирали иллюзию циркулярности, при большом — продольной ориентации. Взаимодействие мышечных волокон при сокращении создает в кишечнике перистальтическую волну, способствующую продвижению содержимого кишки.

Между слизистой и мышечной оболочками имеется подслизистая основа, где находятся кровеносные и лимфатические сосуды, вегетативные и нервные сплетения с интрамуральными (интрамуральными) узлами. В подслизистой некоторых трубчатых органов располагаются железы (например, бруннеровы в двенадцатиперстной кишке).

В малоподвижных частях трубчатого органа наружная оболочка соединительнотканная (адвентиция), а в подвижных его участках — серозная. Серозная оболочка грудной полости, именуемая плеврой, и брюшной, называемая брюшиной, устроены однотипно. Они выстилают стенки полостей и непрерывно переходят на лежащие в них органы. Часть оболочки, прилегающая к стенкам полости, носит название париетального листка, часть покрывающая органы, — висцерального. Между листками расположены щелевидная плевральная полость и полость брюшины, содержащие серозную жидкость. Гладкая поверхность этих соприкасающихся частей и наличие смазки значительно снижают силу трения при движении легких и кишечника.

Строение брюшины более сложно, чем плевры. Поскольку органы закладываются за брюшиной и по мере втягивания в брюшную полость в большей или меньшей мере оттягивают за собой брюшину, то они оказываются покрыты брюшиной в различной степени: с одной стороны (двенадцатиперстная кишка, поджелудочная железа, почки, мочеточники), с трех сторон (печень, восходящая и нисходящая ободочные кишки), со всех сторон (тощая, подвздошная, поперечная и сигмовидная ободочные, слепая кишки, червеобразный отросток, селезенка). Органы, которые покрыты брюшиной со всех сторон, характеризуются большой подвижностью. Переходя со стенок брюшной полости на органы или с органа на орган, брюшина образует брыжейки, сальники, связки. Кровеносные сосуды и нервы подходят к стенкам трубчатых органов в местах, лишенных серозного покрова и имеющих брыжейку (дупликацию — удвоение листков брюшины, — переходящую с висцерального покрова на париетальный), сосуды и нервы располагаются между листками последней.

У мужчин полость брюшины, так же как и плевра, полностью замкнута. У женщин в ней имеются два отверстия, ведущие в маточные трубы.

В некоторых местах трубчатых органов образуются мешкообразные расширения-резервуары (например, желудок, мочевой пузырь), выполняющие накопительную и изгоняющую функции. Поэтому их стенка, строение которой не отличается в принципе от других трубчатых органов, может растягиваться, увеличивая вместимость, и сокращаться, изгоняя содержимое. Особенности формы резервуаров определяют направление хода гладкомышечных волокон.



Для органов-резервуаров живого организма характерны малые колебания внутриорганного давления при изменении количества содержащегося в них жидкого. Особенностью сокращения гладкомышечных структур в их стенке является изменение длины без существенных сдвигов механического напряжения.

К мешкообразным расширениям трубчатых органов можно отнести также почечную лоханку — место накопления мочи до ее поступления в мочеточник. Это тонкостенное образование, имеющее в обычных условиях ограниченную вместимость. Однако при сужении мочеточника лоханка значительно растягивается.

Органы-резервуары могут быть не только вместилищем содержимого трубки. Желудок, например, в отличие от мочевого пузыря, выполняющего чисто резервуарную функцию, представляет собой целую механико-химическую лабораторию, в которой пищевая кашка переваривается, т. е. подвергается химической обработке. Это происходит благодаря действию желудочного сока, вырабатываемого многочисленными железами слизистой желудка.

Некоторые трубчатые органы имеют особые приспособления, препятствующие спаданию стенок и ограничению просвета. Этой цели в дыхательном горле (трахее) и бронхах служат хрящи, расположенные в средней оболочке.

К вышеперечисленным функциям трубчатых органов следует добавить и защитную. В дыхательных путях она обеспечивается выделением слизи, обволакивающей инородные частицы, и изгнанием этих пылеслизистых комочков движениями ворсинок мерцательного эпителия. Охранительную роль играют скопления в стенках трубчатых органов лимфоидной ткани (см. гл. IX). Таково значение лимфоэпителиального кольца у входа в глотку и гортань, включающего язычную, нёбные, глоточную и трубные миндалины. Скопления лимфоидной ткани имеются в стенке кишечника в виде одиночных и агрегатных фолликулов (см. с. 189).

Железистые органы. П. Ф. Лесгафт образно назвал железы «за-  
водом», где извлекаемые из крови вещества перерабатываются в соот-  
ветствии с морфофункциональными особенностями данного органа и  
выделяются в виде определенного продукта — гормона или секрета.  
Железы внешней секреции выделяют секрет в полость или на поверхность



П. Ф. Лесгафт относил цилиндрические, или трубчатые (кишечные), и клубковидные (потовые). К сложным железам с разветвлениями и от-  
ростками были отнесены железы желудка и двенадцатиперстной киш-  
ки, к сложным железам, имеющим расширения (альвеолы), — слюнные  
железы, например молочные. Печень представляет собой железу доль-  
чатую-трубчатую строения. По П. Ф. Лесгафту, трубчатое строение  
наиболее отчетливо подтверждается при исследовании печени рептилий  
и амфибий, сохраняющей и во взрослом состоянии сетевидно-трубча-  
тую структуру.

## ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



поступает в тонкую кишку — место всасывания питательных веществ, затем в толстую, где содержимое подвергается заключительным химическим воздействиям и обезвоживанию; сформировавшиеся в толстом кишечнике каловые массы выделяются наружу. В состав пищеварительной системы входят органы трубчатого и железистого строения. Сквозная пищеварительная трубка может быть подразделена на входную, задерживающую, переваривающую, всасывающую, собирающую и выводную части.

#### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

К входной части пищеварительной трубки относятся глотка и пищевод. Сюда пища попадает из ротовой полости, где она подвергается механической обработке благодаря деятельности зубочелюстного аппарата (см. гл. VII), смачивается слюной и под действием входящих в ее состав ферментов начинает частично перевариваться. Слюна выделяется околоушной, подчелюстной и подъязычной железами, а также малыми слюнными железами.

Остановимся на характеристике морфологических и функциональных особенностей разных отделов пищеварительной трубки и крупных пищеварительных желез, отсылая читателей к учебникам анатомии там, где необходимо конкретизировать строение органа.

**Пищевод.** Длина пищевода у живого человека, по данным рентгенограмметрии, 30,1 см в положении стоя и 27,0 см в положении лежа. Она коррелирует с длиной тела ( $r=0,59\pm0,06$ ) и высотой грудной клетки ( $r=0,54\pm0,06$ ). В сагиттальной плоскости пищевод образует два изгиба кзади. Сагиттальные изгибы в определенной степени связаны с изгибами позвоночника (грудным кифозом). Во фронтальной плоскости пищевод имеет два левосторонних искривления (верхнее и нижнее) и одно правостороннее (среднее). На его протяжении образуются три физиологических сужения: на уровне перстневидного хряща («рот» пищевода), аортальное и диафрагмальное, а также два расширения между суженными участками. Скелетотопически начало пищевода у взрослого человека определяется на уровне VI шейного позвонка, впадение в желудок — на уровне XI грудного позвонка.

Структурная организация стенки соответствует описанному выше общему плану строения трубчатого органа (см. с. 177). Слизистая оболочка имеет приспособление к проведению пищевых масс в виде продольной складчатости, способствующей растяжению органа. Железистый аппарат пищевода в своем развитии проходит две стадии. На ранних стадиях эмбриогенеза возникают и вскоре исчезают внутриэпителиальные бокаловидные слизистые секреторные элементы. Им на смену приходят функционирующие после рождения и распространяющиеся за пределы выстилки многоклеточные железы. В пищеводе человека могут встречаться железы с обкладочными клетками, напоминающие желудочные (верхние и нижние кардиальные). Это новое, возникшее в ходе антропогенеза образование.

Мышечная оболочка пищевода состоит из наружного продольного и внутреннего циркулярного слоев. В отличие от других отделов пищеварительной трубки в краниальной части она образована поперечнополосатыми волокнами. Гладкомышечные элементы появляются лишь у аортального сужения и по направлению к нижнему его краю постепенно замещают поперечнополосатые в циркулярном слое, хотя продольный содержит еще поперечнополосатые волокна. На протяжении пищевода строение мышечных пучков меняется. У середины пищевода



пучки образуют ветвления и объединения, что свидетельствует об их приспособленности к высокой механической нагрузке.

**Желудок.** В норме вес желудка у мужчин молодого и среднего возраста около 160 г, у женщин — 145 г. На долю слизистой оболочки приходится 30—40% от веса органа. Вместимость желудка у мужчин зрелого возраста — 2,30 л, у женщин — 1,87 л. Форма желудка весьма

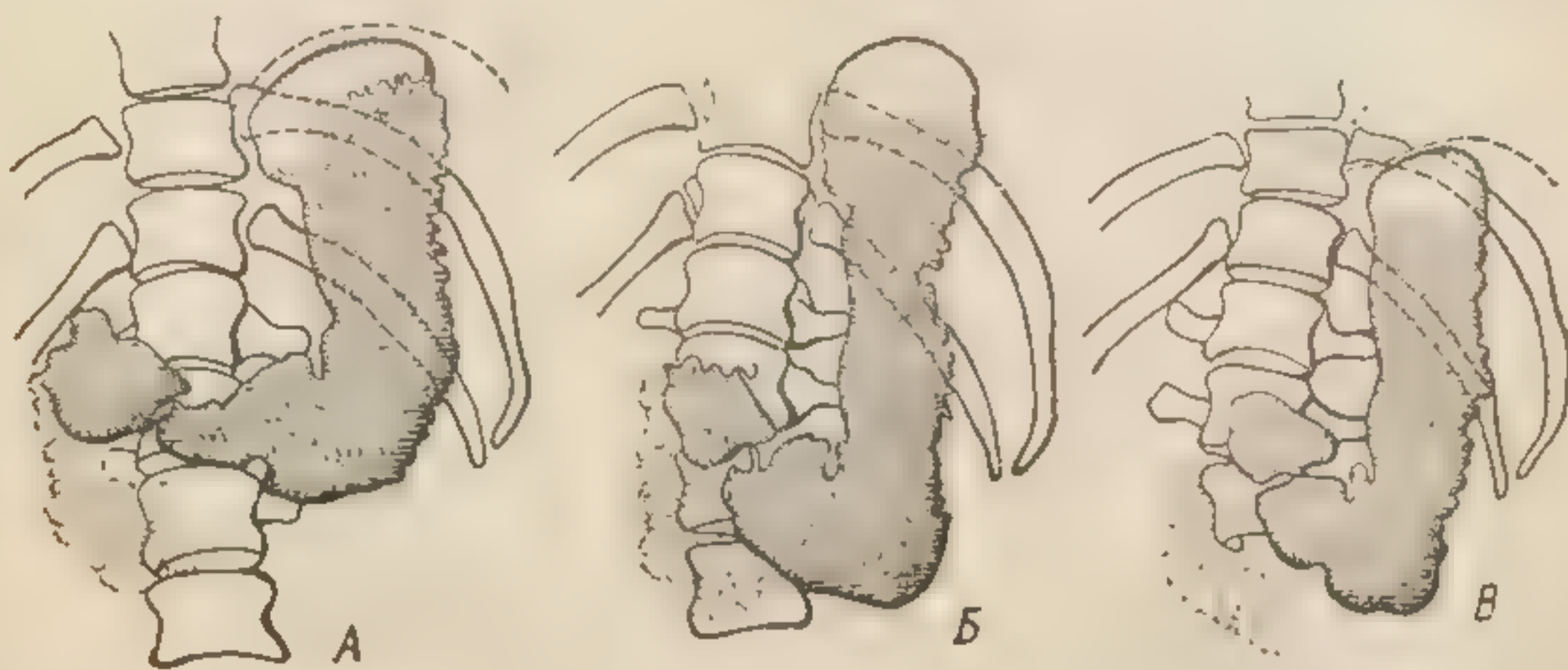


Рис. VIII.2. Различия положения и формы желудка при различных функциональных состояниях организма — при интенсивном голосообразовании (А), в положении стоя (Б), в положении сидя (В) (из Grant, 1958)

изменчива (рис. VIII.2). Этот орган при жизни в силу своей моторной деятельности не может иметь в известной мере постоянной формы, а та, которую мы наблюдаем после смерти человека, случайна. Тем не менее наряду с функциональными модификациями формы желудка существует и основная, индивидуально различная. Обычно выделяют три ее варианта: желудок в форме рога, крючка и чулка. Форма и положение желудка связаны с телосложением человека. При брахиморфных пропорциях тела желудок чаще располагается поперечно и высоко, в форме рога, при долихоморфных пропорциях — низко, в виде крючка или чулка. Для объективной оценки формы желудка предложен длинотно-широтный показатель: отношение длины по осевой линии от вершины свода до пилорического сфинктера к средней взвешенной ширине (диаметру, который бы имел желудок при заданных емкости и длине, если бы поперечник его сечения был неизменным). Для коротких и широких желудков (форма рога) он меньше 3,19, для длинных и узких (чулок) — больше 4,87.

Толщина слизистой оболочки варьирует в разных участках желудка и у разных людей от 0,5 до 2,0 мм. Слизистая складывается из слоя желудочных ямок, железистого слоя главных желез в теле желудка и собственного мышечного слоя. Истончение железистого слоя может маскироваться утолщением двух других, не отражаясь на общей толщине слизистой. Помимо главных в желудке имеются пилорические железы, а в теле встречаются псевдопилорические, замещающие главные. Иногда часть желудочных желез замещается кишечными криптами.

**Кишечник.** Длина тонкой кишки варьирует в среднем в пределах 4,18—8,80 м. Длина толстой кишки (без прямой) равна 1,63 м.

На долю слепой кишки приходится 4,7% длины, восходящей ободочной — 16,2, поперечной ободочной — 34,7, нисходящей ободочной — 13,7, сигмовидной — 29,6%.

Об изменчивости формы кишечника можно судить по двенадцатиперстной кишке (рис. VIII.3). Выделяют четыре основных варианта



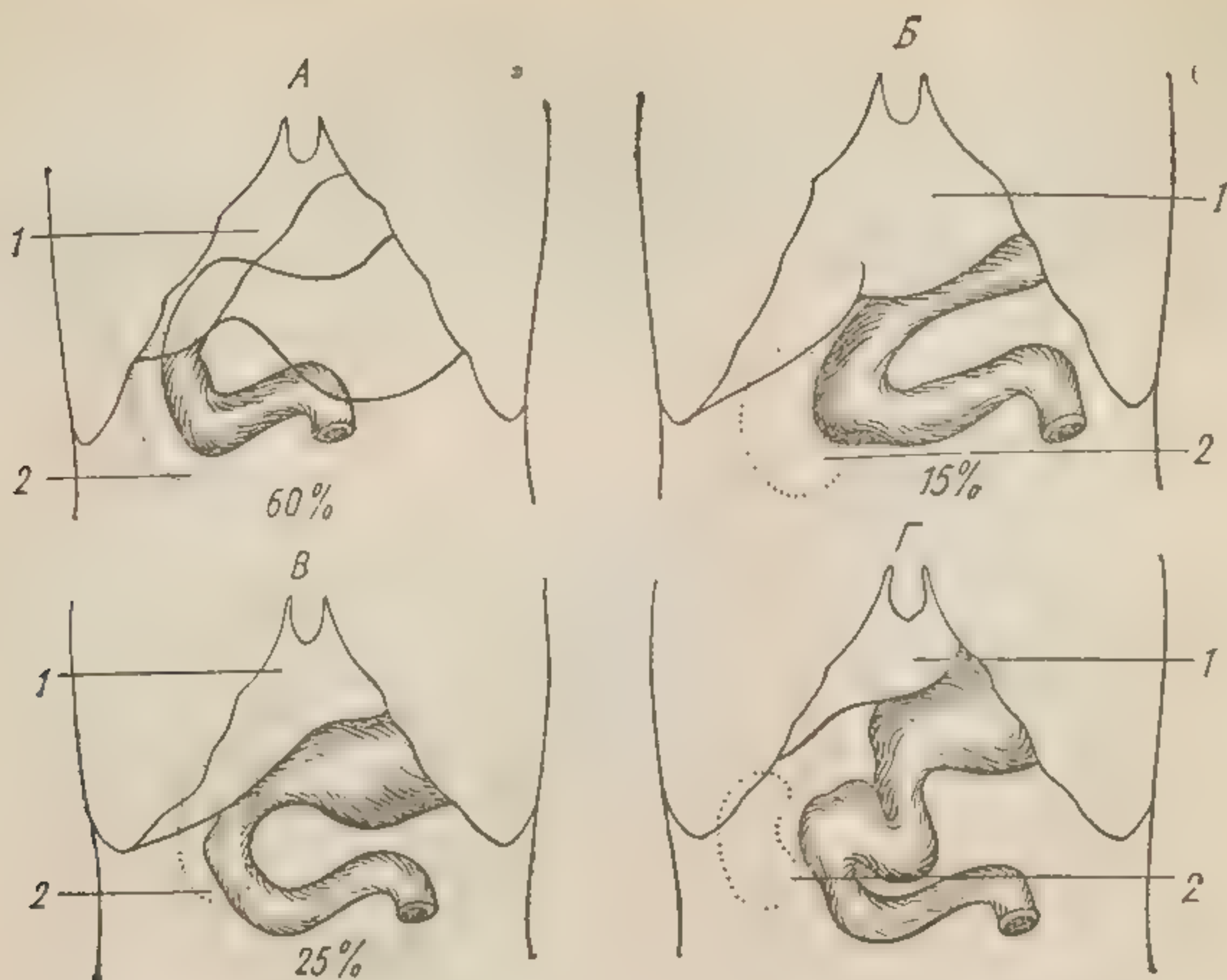


Рис. VIII.3. Варианты формы и положения двенадцатиперстной кишки (по Шевкуненко, Геселевич, 1935):  
 А — кольцевидная форма; Б — U-образная; В — подковообразная; Г — складчатая. 1 — контуры печени, 2 — контуры почки.  
 60% — частота встречаемости данной формы кишки

формы: кольцевидную, подковообразную, U-образную, складчатую. Крайними являются кольцевидная и U-образная формы. Кольцевидная кишка чаще встречается у людей долихоморфных пропорций тела и пониженной упитанности. Весьма изменчивы положение и размеры сигмовидной кишки (рис. VIII.4), червеобразного отростка (рис. VIII.6) и других отделов кишечника.

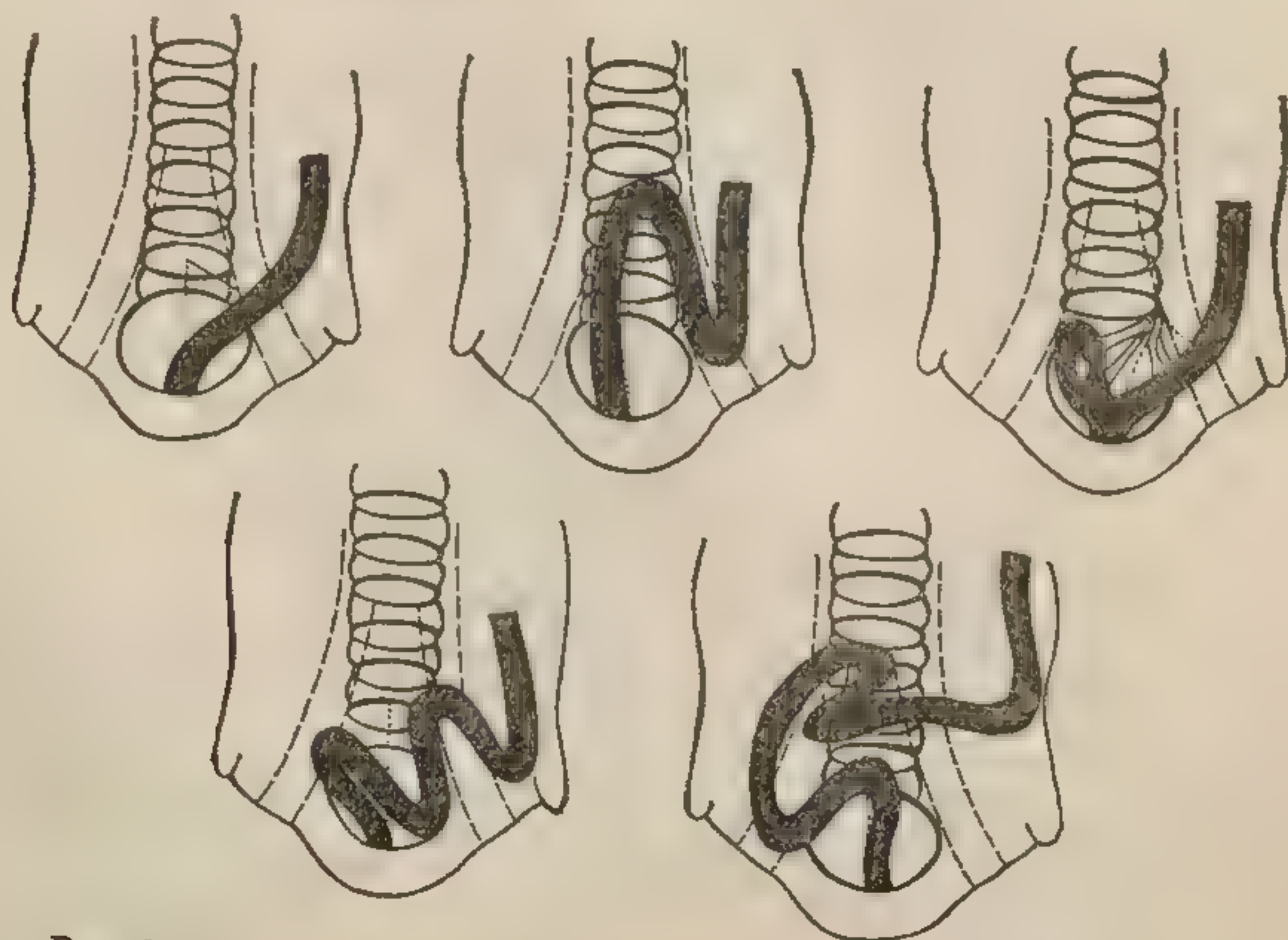


Рис. VIII.4. Варианты формы и положения сигмовидной кишки (по Orts, Lloca, 1962)



Толщина слизистой кишечника составляет 400—850 мкм и определяется главным образом длиной ворсинок. Последние, как и кишечные крипты, крайне изменчивы по своей форме. Вариабельны и бруннеровы железы.

Весьма различны по форме и количеству компактные скопления лимфоидной ткани слизистой тощей и подвздошной кишок в виде одиночных (солитарных) и агрегатных фолликулов (пейеровых бляшек). Форма последних — чечевицеобразная, овальная, округлая. Вероятно, она, а также положение бляшек на противоположной брыжеечному краю поверхности кишки определяются механическим воздействием содержимого кишечника.

**Печень.** Вес этого органа у взрослого человека составляет  $1/40$ — $1/42$  веса тела, у новорожденного —  $1/18$ — $1/20$ ; на 8—10-й нед внутриутробной жизни она достигает половины веса тела эмбриона. По мнению некоторых авторов, печень постоянной формы не имеет, приспособляясь своей конфигурацией к окружающим органам и давлению мышц. Этот взгляд оспаривается большинством исследователей, предлагавших различные классификации форм печени. По Б. С. Шапкину, выделяют, например, четыре основные формы: продолговатую (длина на треть и более превышает поперечник), широкую (примерное равенство этих размеров), треугольную, неправильную. У взрослых чаще встречается печень продолговатой формы (у мужчин — в 56% случаев, у женщин — в 53%). Печень широкой формы отмечена в 33% случаев, без различий частоты по полу. Форма и величина печени определяют в существенной мере форму и величину ее отделов-долей, сегментов и субсегментов (рис. VIII.5). Они влияют также на характер ветвления и диаметр ее сосудов — воротной и печеночных вен. Так, в печени продолговатой формы из трех главных печеночных вен крупнее чаще бывает правая.

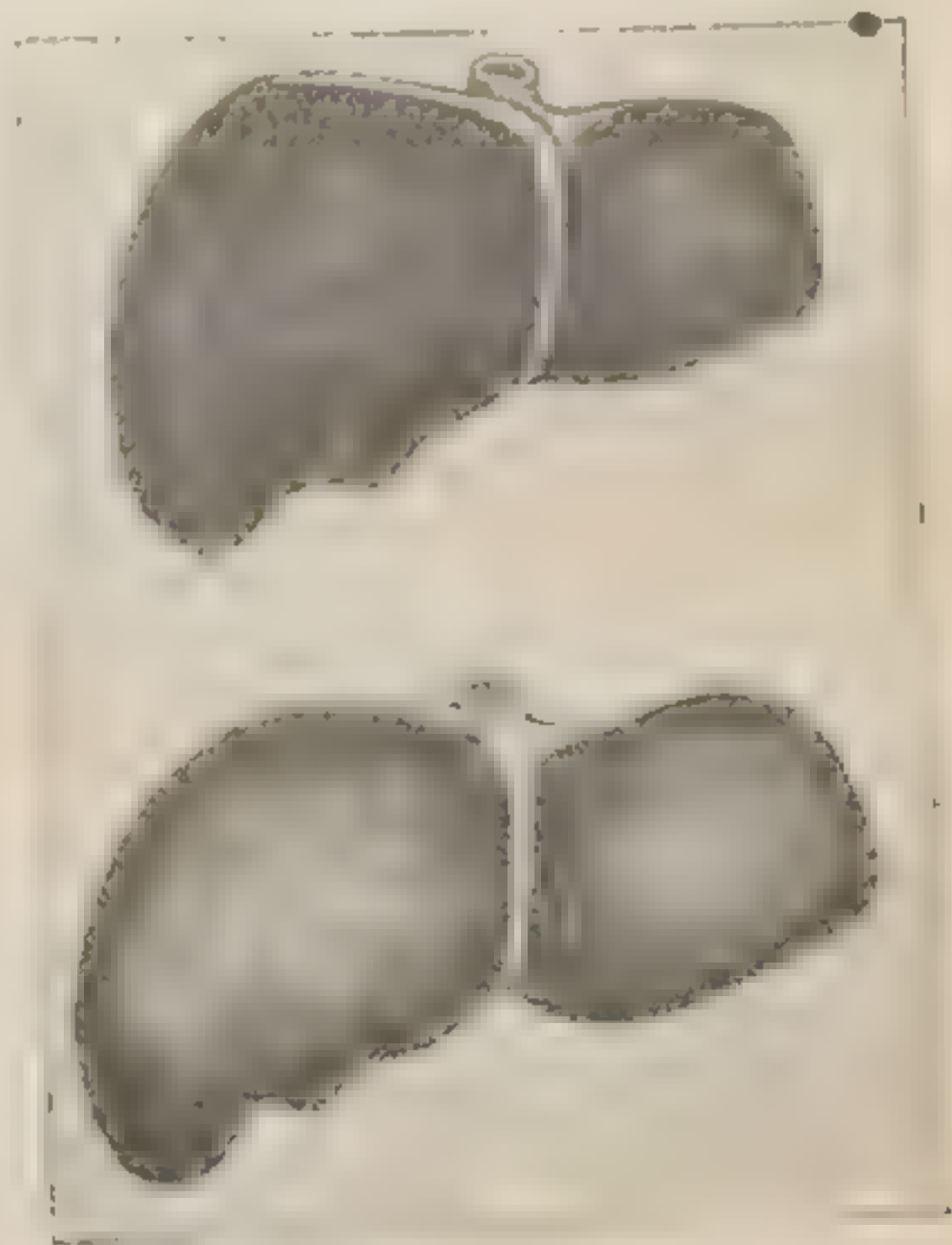


Рис. VIII.5. Варианты формы и размеров долей печени (по Шевкуненко, Геселевич, 1935)

Во времена Мальпиги возникли представления о подразделении печени на доли. Существуют два дополняющих друг друга подхода в выделении морфофункциональной единицы печени — объединение паренхиматозных клеток вокруг центральной вены (классическая доля) и объединение паренхимы вокруг триады — междольковая артерия, вена и желчный проток (простой печеночный ацинус Раппопорта). Первую чаще рассматривают как структурную единицу, вторую — как функциональный микроциркуляторный элемент.

Классическая доля имеет гексагональную форму. Образована тяжами печеночных клеток, формирующими радиально сходящиеся к центру доли балки. Внутри балок, между двумя рядами печеночных клеток, располагаются слепо начинающиеся желчные ходы, направляющиеся к периферии доли. Между балками располагаются кровеносные капилляры — синусоиды. Они начинаются от междольковых артерий и вен и собираются в центральные вены. Так как капилляры располагаются здесь между венами, это один из примеров нетипичной



капиллярной (чудесной) сети. Строма дольки образована соединительнотканными, преимущественно ретикулярными (аргиофильными) волокнами. На границах долек соединительнотканые прослойки утолщены, однако у человека они выражены слабо.

Простой печеночный ацинус Раппопорта подразделяется на три концентрические зоны клеток по мере удаленности от междольковых сосудов. Питание клеток I зоны обеспечивается лучше, чем II и тем более III зон. Клетки в пределах двух периферических зон менее резистентны к действию повреждающих факторов (гепатотоксинов). Три и более простых ацинуса образуют сложный ацинус, а три и более сложных — ацинарный агломерат.

Характерные для печени морфологические особенности, определяющие во многом своеобразие жизнедеятельности этого органа, проявляются в строении синусоидов. Они входят в состав микроциркуляторной системы печени. В отличие от кровеносных капилляров других локализаций синусоиды здесь шире и более изменчивы по калибру. Их стенка содержит наряду с эндотелиальными клетками звездчатые клетки Купфера. На большом протяжении длины синусоида базальная мембрана — обязательный структурный компонент других капилляров — отсутствует. Вокруг синусоида располагается перисинусоидальное пространство, окруженное гепатоцитами, отростки которых проникают в это пространство и через отверстия в эндотелии (фенестры) — в просвет сосуда. Фактически барьера между кровью и гепатоцитами не существует, поэтому нет препятствий для проникновения макромолекул (например, синтезируемого гепатоцитами липопротеина) из паренхимы в кровь. Особенности внутридольковой микроциркуляции печени объясняют отсутствие внутридольковых, лимфатических капилляров, которые здесь были бы функционально излишни.

Купферовские клетки — активные фагоциты. Их цитоплазма содержит много митохондрий и фагоцитозных вакуолей, а также хорошо развитый эндоплазматический ретикулум.

Желчные канальцы имеют в своем начале небольшой просвет (1—2 мкм), они лишены собственной стенки и располагаются между гепатоцитами. Желчь — продукт секреции гепатоцитов — направляется от центра к периферии дольки, к портальной триаде. Канальцы впадают в конечные желчные протоки, имеющие собственную стенку, последние — в междольковый желчный проток (30—40 мкм в диаметре).

Гепатоцит — клетка полигональной формы с одним или более ядрами. Она имеет хорошо выраженные органеллы. Митохондрии занимают 20—25% клеточного объема (около 800 на клетку); они обеспечивают окислительное фосфорилирование и окисление жирных кислот. Лизосомы, участвующие во внутриклеточном пищеварении и катаболизме некоторых экзогенных частиц и внутриклеточных включений, составляют 2—3% клеточного объема. В цитоплазме гепатоцита имеется система внутриклеточных канальцев — эндоплазматический ретикулум, участвующий в синтезе белков, холестерина и желчных кислот, в превращении жирных кислот в триглицериды, в распаде гликогена и других обменных процессах.

Поджелудочная железа. Орган имеет две крайние формы: молоткообразную при хорошо выраженной головке и языкообразную при отсутствии четкой границы между головкой и телом. В зависимости от положения хвоста по отношению к телу железы ее форма может быть прямой или изогнутой. Скелетотопические особенности весьма изменчивы: возможны два крайних положения железы — высокое и низкое.

Размах скелетотопического  
Положение жел  
Соответствие  
леза имеет до  
«встроен» до  
тельно). Выраб  
(островки Ланг  
дольки обраще  
положенным в е  
Две-три до  
вается 8—18 се  
ного дерева. П  
густом — узкие  
Строма ж  
(коллагеновым  
тами и межкл  
(аргиофильн  
междольковые  
утолщаются.  
одного сегмен  
волокна.  
Сегмента  
добавочный  
тием железы  
ки открываю  
общим желчн

#### ВОЗРАСТНЫЕ И

Органы  
виваются из  
протянувшая  
конца, дели  
ется толста  
краниально  
эмбриогенез  
жение отде  
ется. Крупн  
те выпячив  
вентрально  
из вентрал  
друг с дру  
Рост  
поворот и  
визна пов  
пищевода  
зонтально  
такое же  
возрасте  
желудка  
к смешан  
для взро  
Киш  
5 раз, на  
в 3,7 раз



Размах скелетотопических границ при этом составляет 2—3 позвонка. Положение железы зависит в известной мере от формы живота.

Соответственно ветвлению выводных протоков поджелудочная железа имеет дольки шести-семи порядков. В дольку первого порядка «встроены» дольки других порядков ветвления (до VI—VII включительно). Вырабатывающие инсулин скопления эндокринных клеток (островки Лангерганса) соответствуют дольке V порядка. Основание дольки обращено к поверхности органа, а верхушка (ножка) — к заднему в его толще основным выводным протокам.

Две-три дольки I порядка образуют долю, или сегмент. Насчитывается 8—18 сегментов в зависимости от характера строения секреторного дерева. При его редком ветвлении сегменты более широкие, при густом — узкие. Средняя ширина сегмента — 1—2 см.

Строма железы образована соединительнотканными волокнами (коллагеновыми, ретикулярными, эластическими), клеточными элементами и межклеточным веществом. Основа стромы — ретикулярные (аргирофильные) волокна. Между дольками I порядка существуют междольковые прослойки соединительной ткани, между сегментами они утолщаются. Для межсегментарных прослоек характерны идущие от одного сегмента к другому и как бы связывающие их коллагеновые волокна.

Сегментарные выводные протоки сливаются в два — главный и добавочный (понять их соотношение можно, ознакомившись с развитием железы из двух зачатков — дорсального и вентрального). Протоки открываются в двенадцатиперстную кишку, главный часто вместе с общим желчным протоком.

#### ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Органы пищеварения имеют энтодермальное происхождение (развиваются из внутреннего зародышевого листка). Первичная кишка, протянувшаяся у эмбриона вдоль тела от головного до хвостового его конца, делится на переднюю, среднюю и заднюю. Из задней развивается толстая кишка, из средней — тонкая, из передней — желудок и краниально расположенные части пищеварительного канала. В ходе эмбриогенеза благодаря неравномерному росту меняется взаимоположение отделов первичной кишки, средняя кишка значительно удлиняется. Крупные железы (печень, поджелудочная) возникают в результате выпячивания энтодермы сплошными отростками в направлении вентральной и дорсальной брыжеек тонкой кишки. Печень образуется из вентрального выроста, поджелудочная железа — из срастающихся друг с другом вентрального и дорсального.

Рост желудка вперед ограничен печенью, поэтому он совершает поворот из сагиттальной плоскости во фронтальную, его малая кривизна поворачивается направо. Затем в связи с интенсивным ростом пищевода он поворачивается из вертикального положения в полугоризонтальное. К моменту рождения желудок имеет малые размеры, но такое же разнообразие форм, как и у взрослого человека. В грудном возрасте характер пищеварения и морфофункциональные особенности желудка и кишечника определяются молочным питанием. С переходом к смешанному питанию устанавливаются особенности, характерные для взрослого человека.

Кишечник по своей длине превосходит длину тела: у плода — в 5 раз, на первом году жизни — в 6,5 раза, к юношескому возрасту — в 3,7 раза. У ребенка первого года жизни по сравнению с 3—5-месяч-



ным плодом длина двенадцатиперстной кишки увеличивается в 2,8 раза, у взрослых по сравнению с первым годом — в 2,6 раза. Для тощей и подвздошной кишок соответствующие возрасту изменения составляют 2,7 и 1,6 раза. Следовательно, двенадцатиперстная кишка после рождения растет в длину относительно больше, чем тощая и подвздошная. У детей отмечено такое же разнообразие форм двенадцатиперстной кишки, как и у взрослых, однако у плодов и в первые годы жизни она чаще имеет округлые очертания, а у подростков и взрослых — угловатые.

В пищеварительной системе существуют образования, достигающие наибольшей своей выраженности в период детства. Такие структуры состоят из лимфоидной ткани. К ним относятся агрегатные фолликулы. Их количество увеличивается до 13-летнего возраста, после 40 лет оно уменьшается.

Печень в период внутриутробного развития имеет большее разнообразие функций, чем у взрослого человека, так как участвует в кроветворении. Вот почему на определенных этапах эмбриональной жизни масса этого органа составляет почти половину массы тела зародыша, а затем постепенно понижается (в относительных показателях). У эмбриона 6—15 нед. при интенсивно протекающих процессах гемопоэза дольчатое строение печени еще не выражено, а желчные протоки развиты слабо; синусонды, лишенные радиальной ориентации, образуют широкпетлистую сеть. Формирование классических печеночных долек завершается лишь после рождения, к полутора годам жизни.

На примере этого органа, онтогенетически достаточно хорошо изученного, легко наблюдать некоторые общие закономерности роста, развития и старения. Так, показана асинхронность тканевых и сосудистых преобразований развивающейся и стареющей печени. Сосудистые преобразования играют, видимо, ведущую роль, что отмечалось еще П. Ф. Лесгафтом. Другая особенность заключается в повышении вариабельности гепатоцитов в ходе постнатального онтогенеза. В течение индивидуального развития в печени млекопитающих происходит смена типов гепатоцитов с увеличением числа ядер и изменением содержания ДНК вследствие нарастающей и необратимой полиплоидизации. Проллиферативные возможности полиплоидных гепатоцитов исчерпываются при достижении определенного уровня полиплоидности. Это может служить одной из причин возрастного снижения регенераторной способности печени.

Приведем некоторые показатели количественного роста печени. Вес печени у новорожденного — 120—160 г. Он удваивается к 2 и утраивается к 3 годам. В 9 лет печень весит 750—950 г, а к периоду полового созревания — 1300—1500 г, достигая дефинитивных размеров.

Поджелудочная железа растет и развивается неравномерно. На первом году жизни ее длина увеличивается по сравнению с 3—5-месячными плодами в 3,1 раза, у взрослых она больше, чем у годовалых детей в 2,4 раза. Во всех возрастных группах одинаково часто встречаются различные формы железы. Возрастное изменение внутренней структуры железы проявляется в особенностях формирования секреторного дерева, соединительнотканной стромы, сегментов. К концу периода внутриутробного развития выводные протоки имеют IV—V порядков ветвления, к 17—20 годам приобретают дефинитивные особенности (VI—VII порядков ветвления). До 40—45 лет железа сохраняет определенную стабильность морфофункциональных показателей, позже она подвергается возрастной инволюции.



Старение организма — это в первую очередь известная атрофия специфических паренхиматозных элементов тканей и разрастание соединительной ткани. Таковы его проявления и в органах пищеварения. Не составляет исключения и желудок, хотя вес его, по И. В. Давыдовскому, остается в пожилом и зрелом возрасте на одном уровне — в среднем 168,5 г. Вместимость желудка сохраняется постоянной между 20 и 60 годами, у лиц более старшего возраста она уменьшается. В отличие от веса длина желудка с возрастом уменьшается, что не соответствует тенденции удлинения кишечного тракта. По данным Ю. Н. Задворнова, удлинение желудка возможно в старости. Слизистая оболочка истончается, становится более бледной. Эластические элементы стенки органа неравномерно утолщаются, местами фрагментируются, что отражается на рельефе слизистой. Железы тела желудка замещаются пилорическими и дуоденальными. Вместе с тем некоторые железы подвергаются метаплазии. Наблюдается и гиперплазия лимфоидной ткани.

Морфологическая перестройка слизистой желудка с возрастом, захватившая его железистый аппарат, неминуемо отражается на секреторной активности органа.

С возрастом наблюдается удлинение кишечника, что связывают с действием грубой пищи. По ходу толстого кишечника появляются выпячивания — истинные и ложные дивертикулы. Стенка истинного дивертикула состоит из всех слоев кишечной ткани. Это усилившиеся, ставшие более рельефными, чем у лиц молодого возраста, буфобразные вздутия толстой кишки. Ложные дивертикулы представляют собой грыжевидные выпячивания стенки сквозь истонченную мышечную оболочку кишки в ее просвет. Особенно часты они в сигмовидной кишке.

Старческие изменения аппендикса заключаются в уменьшении его размеров, исчезновении лимфоидной ткани и облитерации просвета.

При старении организма уменьшается вес печени, опережая возрастное уменьшение веса тела. Васкуляризация печеночной дольки делается более бедной за счет спадения и запустевания части синусов. В паренхиме печени наряду с маленькими гепатоцитами появляются клетки огромных размеров. Снижаются и функциональные возможности печени.

У пожилых и старых людей увеличиваются размеры желчного пузыря. Он выступает из-под края печени. Вместимость пузыря увеличивается, стенки истончаются, а ее соединительнотканые элементы разрастаются. Сократительная активность желчного пузыря ослабевает: способность к сокращению сохраняется в основном в области мускулатуры шейки и верхней части его тела, тогда как нижняя часть тела и дно остаются малоподвижными. Таким образом, старческие изменения желчных путей способствуют их дискинезии.

Поджелудочная железа в пожилом и старческом возрасте подвергается как морфологической, так и функциональной перестройке. Она становится более плотной за счет склеротических изменений стромы. Эти изменения преобладают в хвостовой части железы, что можно объяснить худшими условиями ее кровоснабжения. Дольчатость железы становится более отчетливой. Изменения экзокринной части паренхимы, по Б. А. Кронроду, проявляются пролиферацией эпителия протоков с образованием выростов. Эти разрастания могут иметь вид полипов и закрывать просвет протока, что приводит к появлению в его полости плотного содержимого. Между тем другая часть протоков расширяется. Изменения ацинусов проявляются, с одной стороны, их расширением и превращением в трубчатые структуры, а с другой сторо-



ны, пролиферацией centroacinarных клеток с заполнением просвета ацинусов. Таким образом, морфологическая перестройка экзокринного аппарата поджелудочной железы необычайно полиморфна. Амилолитическая и липолитическая активность сока поджелудочной железы с возрастом уменьшается незначительно, тогда как протеолитическая активность снижается отчетливо.

#### ВНУТРИ- И МЕЖГРУППОВЫЕ ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ

Одним из наиболее изменчивых по своему расположению и размерам органов является червеобразный отросток (рис. VIII.6). В современной литературе приводятся четыре варианта положения отростка: нисходящее (40—45% случаев), латеральное (25%), медиальное (17—20%) и восходящее (13%). Можно говорить о переднем и заднем положениях отростка.

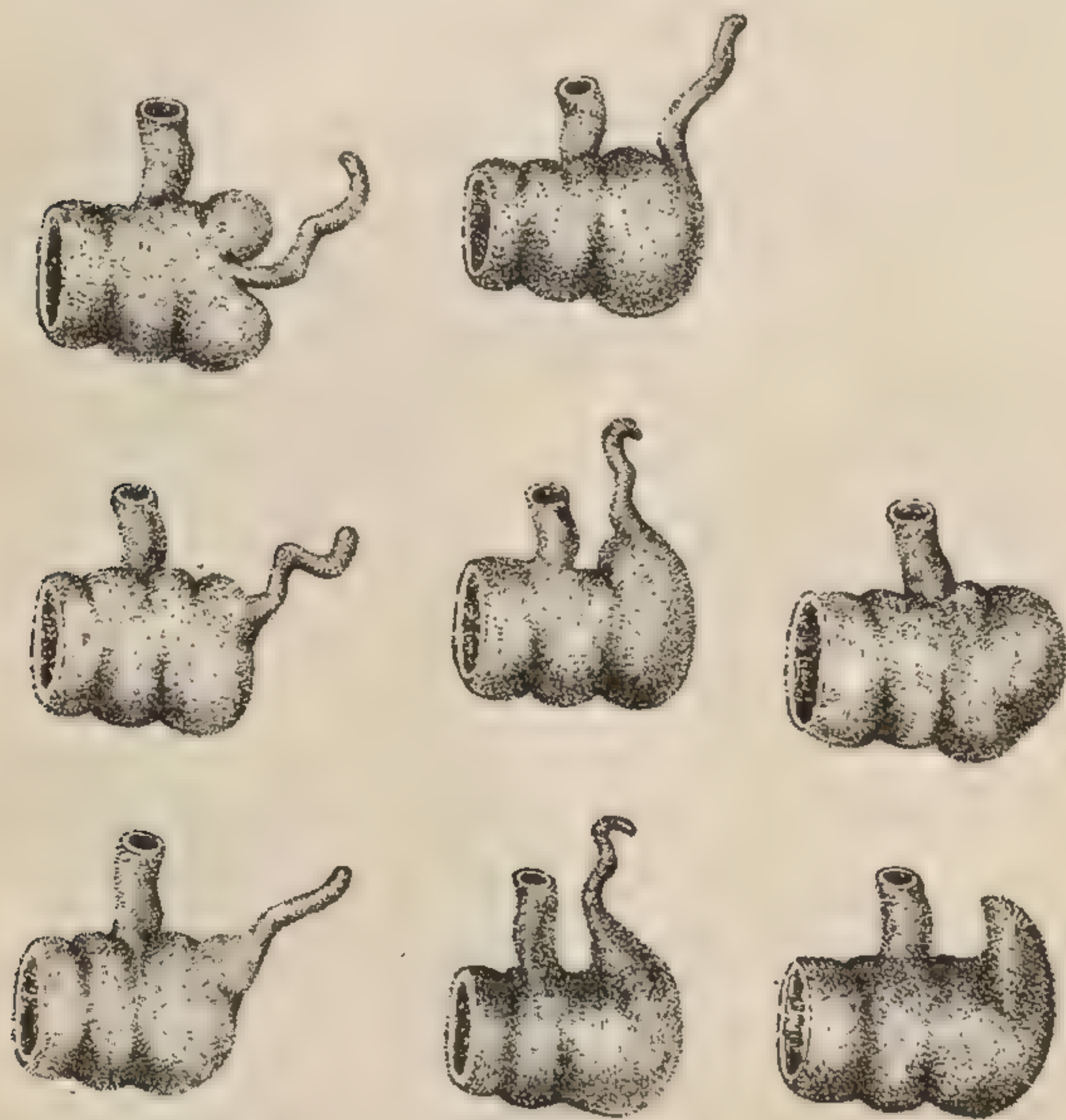


Рис. VIII.6. Варианты формы и положения червеобразного отростка у человека (по Loth, 1931)

Привлечение материалов по ряду популяций не показывает четких закономерностей в межгрупповом распределении отдельных вариантов. Отношения частот переднего и заднего положения отростка составляют: 78,5/21,5 (США), 69,0/31,0 (Финляндия), 68,2/31,7 (ЮАР), 55,9/44,1 (ЧССР), 52,7/47,3 (Шри Ланка), 50,4/49,6 (Нигерия), 41,2/58,8

(Дания), 32  
меров, сред  
преоблада  
ложения от  
Другим  
двенадцати  
гечени (об  
можно  
типов впа  
протоки, сл  
гом перед  
образуют  
ваются по  
III — откр  
на отдель  
не доходят  
проток  
а его функ  
но существ  
проток. Ср  
ления час  
этих вари  
выше пос  
глядит та  
ниям): 68-  
больший  
частота I  
населения  
Мюнхена  
В отличи  
негроидно  
тип встре  
случаев.  
кроется  
кости ост  
банту. Ас  
от европе  
ми строе  
ворсинки  
формы. У  
слизисто  
ляет в с  
пейца. Р  
между е  
ся не ст  
рациона  
той тош  
ческих  
разных  
и разли  
ся в те  
фактор



(Дания), 32,4/63,6 (Великобритания). Как видно из приведенных примеров, среди представителей европеоидной расы встречается резкое преобладание как переднего (финны), так и заднего (англичане) положения отростка.

Другим столь же изменчивым образованием является большой двенадцатиперстный сосочек. На нем открываются выводные протоки печени (общий желчный) и поджелудочной железы (рис. VIII.7). Воз-

можна иная классификация типов впадения протоков: I — протоки, сливаясь друг с другом перед впадением в кишку, образуют ампулу; II — открываются порознь на сосочке; III — открываются в кишку на отдельных сосочках; IV — не доходят до сосочка; V — проток оканчивается слепо, а его функции выполняет обычно существующий добавочный проток. Среди польского населения частота встречаемости этих вариантов в указанной выше последовательности выглядит так (по 200 наблюдениям): 68—28 — 1—3%. Наибольший интерес представляет частота I типа. Для русского населения Москвы и немцев Мюнхена она составляет 55%. В отличие от европеоидов в негроидной расе (банту) этот тип встречается лишь в 11% случаев. Может быть, в этом кроется одна из причин редкости острых панкреатитов у банту. Африканцы отличаются от европейцев и особенностями строения слизистой кишечника: в тощей кишке у жителей Уганды ворсинки укорочены, утолщены и лишены характерной пальцевидной формы. У населения Индии выявлены отличия от европейцев в строении слизистой желудка: объем обкладочных клеток главных желез составляет в среднем у индийца 5,9 мкм<sup>3</sup> по сравнению с 14,5 мкм<sup>3</sup> для европейца. Различия микроструктур слизистой желудочно-кишечного тракта между европейцами и населением тропических стран могут объясняться не столько генетической природой, сколько особенностями пищевого рациона и климато-географических условий. Характер строения слизистой тощей кишки, отмеченный в Уганде, встречается и в других тропических странах: Южной Индии, Таиланде, Сингапуре, у представителей разных этнических групп, живущих в сходных климатических условиях и различных по происхождению. Пищеварительная система, находящаяся в тесной связи с внешней средой, естественно, зависит от нее как от фактора формообразования.

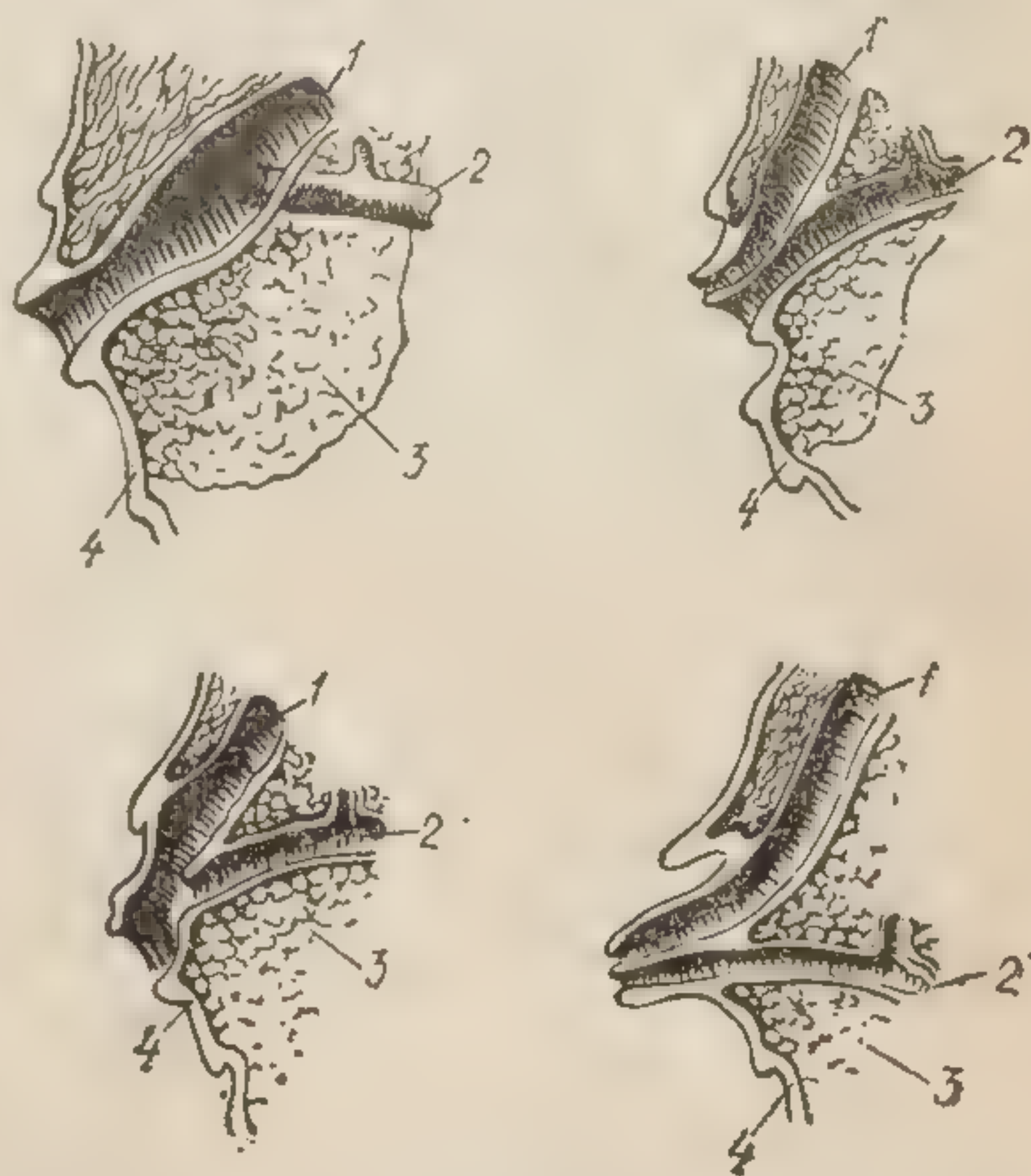


Рис. VIII.7. Варианты впадения желчного и поджелудочного протоков в двенадцатиперстную кишку (по Шевкуненко, Геселевич, 1935): 1 — общий желчный проток; 2 — проток поджелудочной железы; 3 — поджелудочная железа; 4 — слизистая двенадцатиперстной кишки



## ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Органы дыхания обеспечивают важнейшие для жизнедеятельности организма процессы — поступление кислорода в легкие при вдохе, газообмен в легких и выведение из организма углекислоты и других веществ с выдыхаемым воздухом.

Дыхательная система человека состоит из дыхательных путей, проводящих воздух, и легких.

К дыхательным путям относятся: полость носа (с придаточными пазухами), а также гортань, трахея и бронхи. В проведении воздуха участвуют и элементы пищеварительной системы: полость рта и глотка. Важная функция дыхательных путей — частичная очистка, увлажнение и согревание воздуха, а также удаление осевшей на них пыли и слизи за счет движения ресничек эпителия.

Носовая полость делится носовыми раковинами на три носовых хода: верхний, средний и нижний. Это заметно удлиняет путь вдыхаемого воздуха, и он лучше согревается и очищается от механических примесей.

В носовую полость открываются воздухоносные пазухи — верхнечелюстная, клиновидная, лобная, решетчатые — уменьшающие вес лицевого отдела головы и участвующие в голосообразовании как резонаторы. Глотка соединяет полость носа с гортанью. Слизистая оболочка, выстилающая ее, покрыта многослойным плоским эпителием; в области носоглотки имеется цилиндрический и мерцательный эпителий. В отчетливо развитом подслизистом слое много лимфоидной ткани.

В глотку открывается гортань, которая не просто проводит воздух, но и является одновременно местом голосообразования. Орган функционирует как язычковый духовой музыкальный инструмент. Звук возникает при колебании парных голосовых связок под воздействием струи воздуха из нижерасположенного отдела дыхательной трубки. Регулируя давление воздуха, ширину промежутка между голосовыми связками (голосовой щели) и натяжение связок, можно управлять силой звука и его высотой. Тембр звука (богатство обертонов) определяется резонирующими аппаратами как в пределах гортани (гортанные желудочки), так и над ней (носоглотка, носовая полость). Остов ее состоит из хрящей, внутренняя поверхность выстлана слизистой оболочкой. Голосовые связки, натянутые поперек гортани в передне-заднем направлении, ограничивают голосовую щель. Степень их натяжения обеспечивается мышцами гортани.

Трахея, или дыхательное горло, — это цилиндрическая трубка, состоящая из 16—20 хрящевых полуколец, которые с дорсальной стороны, прилежащей к пищеводу, соединены плотной соединительной тканью. Изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием. На конце трахея делится на два главных бронха, также представляющих собой трубчатые образования. Они расположены за пределами легочной ткани, и от них отходят долевые, а затем сегментарные бронхи. Эти воздухоносные пути расположены уже внутри легкого. За ними следуют бронхи низших порядков (8—9) и, наконец, бронхиолы. Последние, так называемые терминальные (концевые) бронхиолы, имеют непрерывную эпителиальную выстилку. Постепенно эпителий становится прерывистым, бронхиолярная стенка переходит в альвеолы.

Просвет бронхиол продолжается в альвеолярные ходы, связанные



с полостью альвеол. Стенки альвеолы выстланы дыхательным эпителием, к которому снаружи прилегает капиллярная сеть. Здесь и осуществляется диффузия газов. Клубок бронхиол и альвеол составляет легочную дольку, или структурно-функциональную единицу легкого — ацинус. Последовательно делящиеся бронхи и бронхиолы образуют бронхиальное дерево. По мере уменьшения калибра бронхов строение их стенок меняется: уменьшается хрящевой и увеличивается мышечный компонент.

Легкие парные органы, покрытые серозной оболочкой и образованные мягкой эластичной тканью ячеистого строения. Ввиду отрицательного давления в плевральных полостях легкие находятся в расправленном состоянии, принимая конфигурацию стенки грудной полости.

Приведем некоторые морфометрические характеристики структуры легкого.

Дыхательная поверхность легкого оценивается у взрослого человека в 24—69 м<sup>2</sup>. При объеме легких 3000 мл она составляет 29—48 м<sup>2</sup>. Изучение пластического слепка воздухоносных путей легкого 25-летнего мужчины обнаружило между трахеей и концевыми ветвями бронхиального дерева, меньшими 0,7 мм в диаметре, 8298 разветвлений, из них 1603 были дольковыми бронхами. Дольковые бронхи возникают после 8—25 дихотомических делений бронхиального дерева. Общая численность дистальных дыхательных бронхиол составляет 233 941. Число альвеол в легком варьирует от 212 млн. до 605 млн. (в среднем 375 млн.) и зависит в известной мере от длины тела ( $r=0,578$ ). В слизистой оболочке бронхов (от главных до 6-го порядка ветвления) насчитывается в обоих легких  $7357,5 \pm 71,1$  желез при незначительном колебании по сторонам: справа —  $4080,2 \pm 53,3$ , слева —  $3277,3 \pm 58,3$ .

Кроме основной функции (газообмена) легкие частично играют роль депо крови, участвуют в регуляции температуры тела, водообмене (15—20% удаляемой из организма воды приходится на долю легких). Они содержат элементы ретикуло-эндотелиальной системы, в альвеолах имеется много клеток-макрофагов, поглощающих микробы и пыль (защитная функция).

#### ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Органы дыхания развиваются в эмбриогенезе вместе с пищеварительной системой. Гортанно-трахеальный вырост образуется на 4-й неделе развития из головного отдела передней кишки. На вершущке выроста образуются два пузырька — легочные почки, из которых впоследствии возникнут бронхи и легкие. На 5-й нед формируется бронхиальное дерево. К 16—17-й нед определяется железистое строение легкого при четко выраженной дольчатости.

У новорожденного ребенка относительно слабо развиты придаточные пазухи носа, гортань располагается высоко, она короче и шире, чем у взрослого, трахея уплощена. Размеры альвеол у новорожденных втрое меньше, чем у взрослых. С первых месяцев жизни ребенка происходит перестройка слизистой оболочки, в ней увеличивается содержание эластических тонких волокон и слизистых желез. К 9 мес нарастает число мышечных бронхов, альвеоляризируются конечные разветвления бронхов, хотя просвет альвеол еще невелик, а стенки их довольно толсты. Окончательная дифференцировка бронхиального дерева происходит к 7 годам. В подростковом возрасте стенки бронхов истончаются, усиленно развивается мышечная и эластическая ткань. Строение



стенки бронха взрослого человека и подростка существенно не различается. Рост альвеол продолжается до 24—28 лет. С прекращением процессов роста усиливаются процессы старения. Слизистая оболочка дыхательных путей постепенно атрофируется. Секрет желез приобретает вязкость и трудно отделяется. Застой секрета в дыхательных путях способствуют повышению порога чувствительности рецепторов слизистой и слабость мускулатуры, наступающие с возрастом.

Старение легких проявляется прежде всего в изменении их размеров. В период роста и зрелости абсолютный вес этого органа увеличивается. Однако относительный вес уменьшается на протяжении всей жизни. Микроскопически легкие в процессе старения характеризуются исчезновением части альвеолярных перегородок, превращением группы альвеол в одну крупную. Таким образом, старческое легкое эмфизематозно, что сопровождается уменьшением дыхательной поверхности легких и нарушением легочного газообмена.

#### ВНУТРИ- И МЕЖГРУППОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Расположение борозд на поверхности легкого у разных приматов неодинаково (рис. VIII.8). У человека имеются особенности, присущие узконосым обезьянам; у широконосых (платириновых) обезьян отмечено сходство с лемурами разных видов.



Рис. VIII.8. Вариации хода косой (А) и горизонтальной (Б) борозд легкого: а — лемуры, широконосые обезьяны; б — узконосые обезьяны, человек (по Reicher et al., 1962)

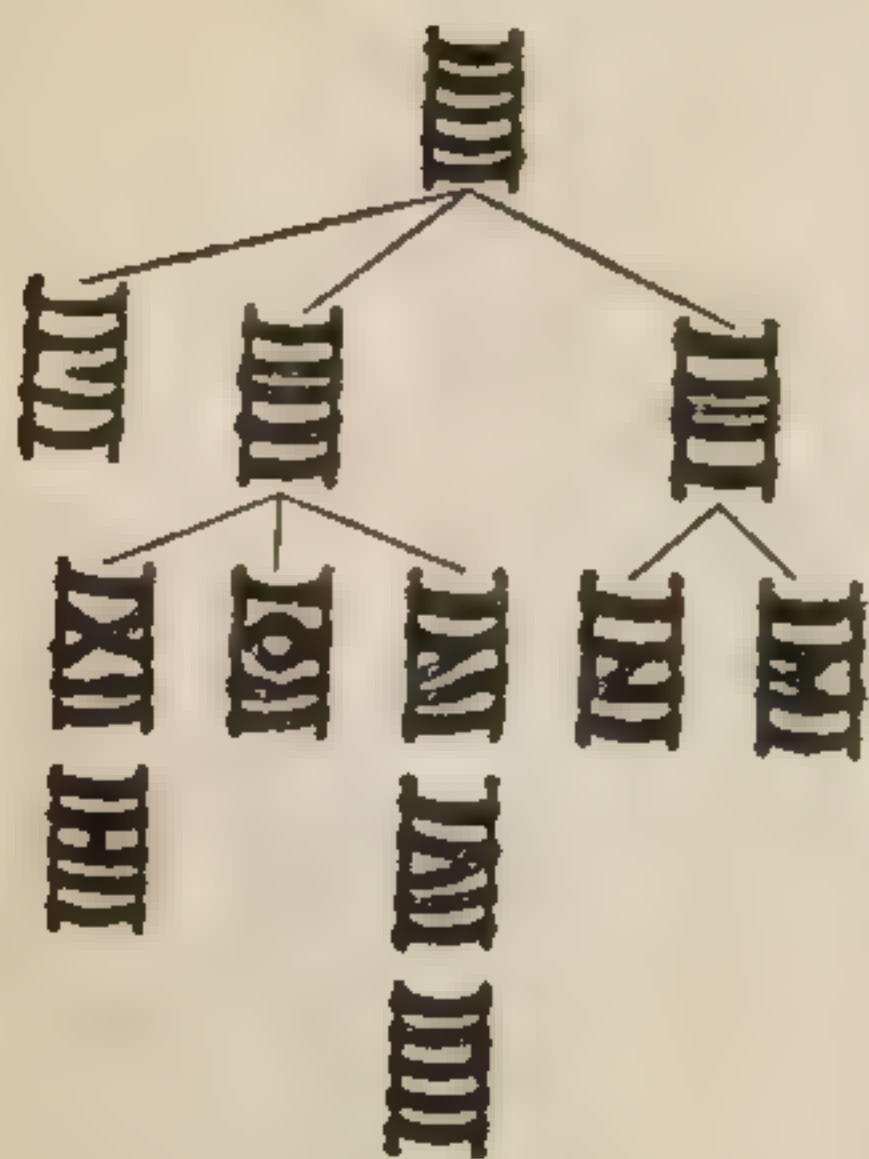


Рис. VIII.9. Варианты строения хрящевых колец трахеи человека (по Neculescu et al., 1972)

Структура трахеи у человека весьма изменчива. Хрящевые кольца, образующие ее скелет, непостоянны по форме и положению. Соединяясь друг с другом, они образуют сложные фигуры (рис. VIII.9). Чаще прочих встречаются кольца, соединяющиеся друг с другом в форме букв «У» (28,6%), «U» (24,8%) и «V» (20,4%). Реже хрящевые кольца образуют фигуру в виде буквы «Н» (7,2%) и имеют неполное строение (6,6%). Каждая из остальных пяти разновидностей встречается в 1—3% случаев. Трахея человека может иметь от 2 до 13 (в среднем 7) вариаций строения хрящевых колец.

Высокая изменчивость характерна как для гортани в целом, так и для отдельных ее частей. Обследование взрослого населения Киева показало, что ширина пластинок щито-



видного хряща составляет 21,5—45,0 мм у мужчин и 24,5—30,0 мм у женщин; соответственно высота пластинок в месте соединения — 9,5—21,5 и 9,5—15,5 мм, угол их схождения 40—120 и 70—115°. У жителей Югославии (сводная группа из Белграда) высота на месте соединения пластинок хряща достигала 11,0—15,7 мм у мужчин и 9,0—12,7 мм у женщин. Размах колебаний в показателях у югославов меньше, чем у населения Киева. Щитовидное отверстие, служащее для прохождения кровеносных сосудов и нервов, у мужчин встречается чаще, чем у женщин, и слева чаще, чем справа. В частоте встречаемости щитовидного отверстия существуют и межгрупповые различия (табл. VIII.1).

Таблица VIII.1

Частота встречаемости отверстий щитовидного хряща, %  
(по Т. Jelisiejew, J. Szmurlo, 1972)

Автор	Этническая группа	Отверстия					
		двухсторонние	односторонние		двухсторонние	односторонние	
			справа	слева		справа	слева
			мужчины			женщины	
Waldeger	немцы, $n = 100$	18	8	11	6	4	8
Зелигман	русские, $n = 2157$	13,4	—	—	9,6	—	—
Jelisiejew, Szmurlo	поляки, $n = 484$	52,0	16,4	31,6	45,8	24,0	30,2

Хрящи гортани с возрастом подвергаются обызвествлению. У югославов, в частности, это наблюдается после 20 лет. Для небольшого числа исследованных корейцев ( $n=15$ ) установлена задержка оссификации: у мужчин отчетливые ее признаки проявляются в 39—40 лет, у женщин — начальные явления лишь в 51 год. Степень обызвествления повышается с возрастом, однако у долгожителей Дагестана она не превышает уровня, достигнутого в среднем и пожилом возрасте.

Высокой изменчивостью отличаются формы и размеры желудочков гортани. Площадь желудочков, по измерениям на рентгенограммах, мало зависит от возраста у взрослых людей и колеблется от 27,0 до 68,5 мм<sup>2</sup> у женщин и от 31,0 до 201,0 мм<sup>2</sup> у мужчин. По форме желудочков и полости гортани устанавливаются четкие различия между человеком и антропоидами, например шимпанзе (рис. VIII.10).

Факторами, обуславливающими вариабельность ряда морфологических показателей дыхательной системы, следует считать возраст, пол, этническую принадлежность, профессию и климато-географические условия.

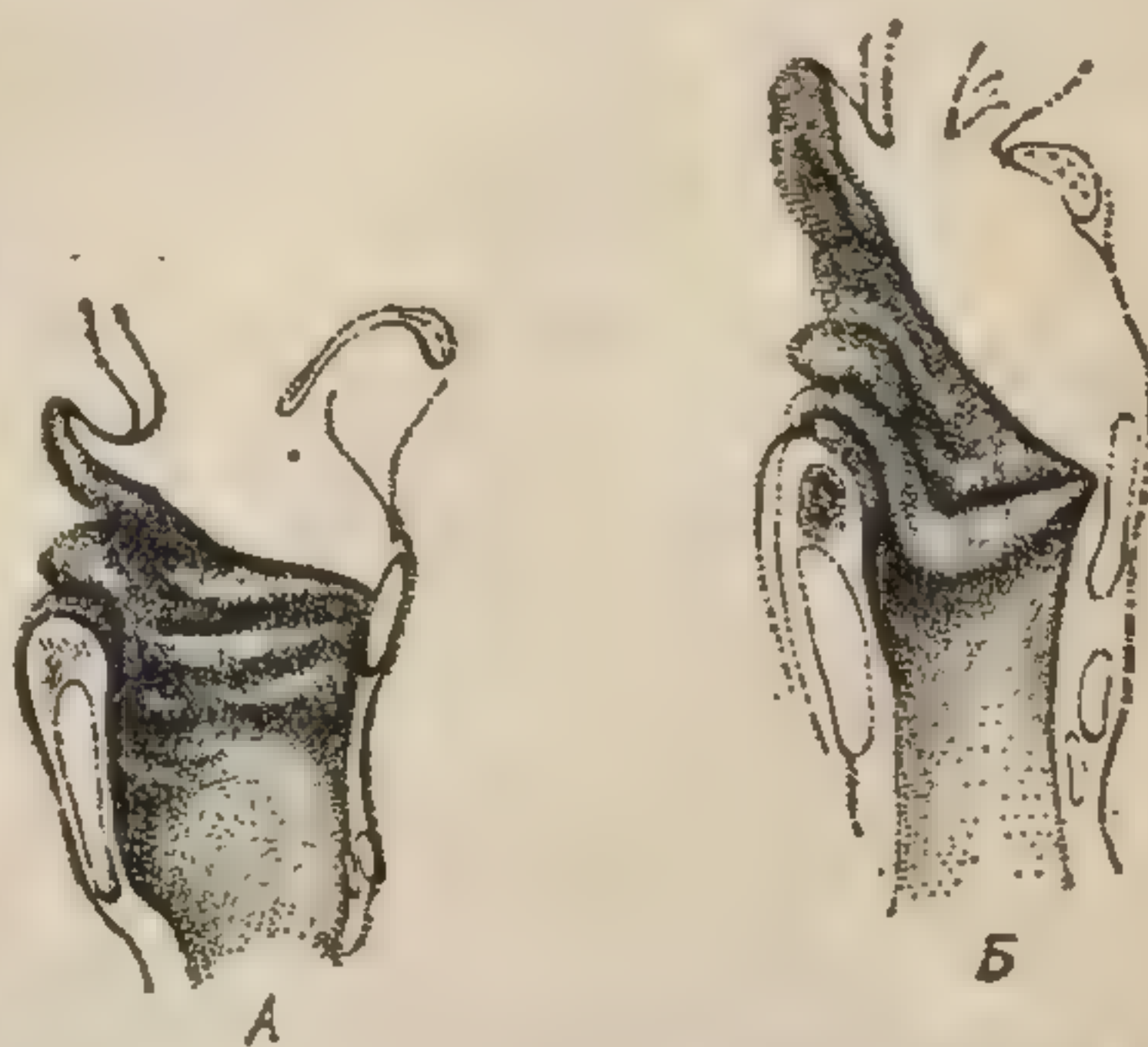


Рис. VIII.10. Гортань шимпанзе (А) и человека (Б)



## ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Выделительная система служит для очищения крови от вредных для организма веществ. К органам выделения относятся почки, где образуется моча, а также мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал, служащие для накопления и выведения мочи. Основным органом системы — почка. Ограничимся анализом ее особенностей.

Сформированная почка имеет форму зерна фасоли. На разрезе выявляются различающиеся по окраске и исчерченности слои: наружный — корковое вещество, содержащее почечные тельца (сосудистые клубочки и капсулы), и внутренний — мозговое вещество, содержащее канальцы, формирующие пирамиды. Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. Нефрон начинается капсулой, окружающей клубочек капилляров. В капсулу из капиллярного клубочка фильтруется первичная моча. Она поступает по проксимальному канальцу, проходит в петлю нефрона, имеющую восходящую и нисходящую части, затем поступает в дистальный извитой каналец. При прохождении по этой системе трубочек, образующих нефрон, первичная моча изменяет свой состав, как полагают, в результате реабсорбции, превращаясь в окончательную мочу, которая по собирательным трубочкам выделяется в прямые канальцы и через малые и большие чашечки и лоханку поступает в мочеточник.

Почка относится к органам с интенсивной функциональной нагрузкой на протяжении всей жизни человека. Ежеминутно она пропускает 1200 мл крови (650—700 мл плазмы), что за 70 лет жизни составляет 44 млн. л. Почечные трубочки ежеминутно фильтруют 125 мл жидкости. За 70 лет жизни это составляет 4 млн. 600 тыс. л.

Выполняя столь интенсивную работу, почка как экскреторный орган обладает также эндокринными функциями, влияя на кровоснабжение и кроветворение.

Эндокринные функции почек связаны с выработкой гормона ренина. Окончательной ясности о механизмах и источнике его выработки пока нет, хотя многие исследователи связывают продукцию ренина с юктагломерулярным аппаратом, расположенным между клубочком почки и местами впадения в него приносящей артериолы и отхождения выносящей.

В состав юктагломерулярного комплекса входят трансформированные эпителиоидные клетки в стенке приносящей артериолы, плотное пятно и группа клеток между ним и клубочком. Повышающаяся с возрастом продукция ренина связана, несомненно, со структурной перестройкой юктагломерулярного аппарата.

### ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

На ранних этапах эмбриогенеза у человека последовательно возникают закладки трех органов: предпочки (пронефроса), первичной почки (мезонефроса) и окончательной почки (метанефроса). Лишь из последней развивается почечная ткань. Лоханка, чашечки и собирательные трубочки образуются из выроста первичного мочеточника (мезонефротического протока). В основном почка формируется к 9—10-й нед внутриутробной жизни. Образование новых нефронов завершается к 20-му дню после рождения. Дальнейшее увеличение массы почечной ткани сопряжено с ростом и развитием уже существующих



структурных элементов. На той площади почечной ткани, где у новорожденного определяется до 50 клубочков, у 7—8-месячного ребенка их насчитывается 18—20, а у взрослого лишь 7—8.

Старение почки включает изменения как морфологического, так и физиологического порядка. Вес почек начинает уменьшаться уже после второго 10-летия жизни. Возрастные изменения веса почки показаны в табл. VIII.2.

Таким образом, к 90 годам вес почки уменьшается более чем вдвое по сравнению с 10—19 годами. За это же время длина органа сокращается от 12,4 до 11,4 см, т. е. в значительно меньшей степени.

По другим данным, уменьшение веса почки происходит в более поздние сроки, чем было отмечено: лишь после 20—40 лет. У женщин редукция веса с возрастом происходит более отчетливо, чем у мужчин.

Уменьшение веса почки сопряжено с частичной атрофией ее паренхимы: между 30 и 80 годами убыль нефронов составляет от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  их исходного числа. Исчезновение нефронов ведет к истончению коркового вещества почки и лучистости мозгового вещества, появлению неровностей на наружной поверхности органа.

Возрастное изменение соединительнотканной основы почки сопровождается накоплением в мозговом веществе к 50 годам кислых мукополисахаридов гликозаминогликанов. В дальнейшем, до 90 лет, этот показатель сохраняется на постоянном уровне или несколько снижается. Такой характер изменений отмечен не только у человека: он типичен для стареющей почки и других млекопитающих.

Установить возрастные ультрамикроскопические отличия в толщине основной мембраны клубочка при старении не удастся. Оставшиеся в пожилом возрасте нефроны, по-видимому, сохраняют функциональную полноценность.

О перестройке нефрона в процессе старения свидетельствует уменьшение длины проксимальных извитых канальцев и их объема, а также же площади поверхности клубочка. При этом отношение размера клубочка (его площади) к объему канальца изменяется вне видимой связи с возрастом (табл. VIII.3).

Таблица VIII.3

Возрастные изменения структурных компонентов нефрона  
(по Darmady et al., 1973)

Возраст в годах	Длина проксимального канальца, мм	Объем проксимального канальца, мм <sup>3</sup> V	Площадь поверхности клубочка, мм <sup>2</sup> S	S/V
20—39	19,36	0,076	0,254	3,17
40—59	18,12	0,073	0,262	3,52
50—69	17,38	0,067	0,222	3,30
70—79	16,17	0,061	0,179	2,97
80—101	12,50	0,052	0,155	3,34



# ВНУТРИГРУППОВАЯ, МЕЖГРУППОВАЯ И МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРОЕНИЯ ПОЧКИ

По сводным данным Э. Лота (1931), линейные размеры и вес почки в разных группах современного человечества широко варьируют. Так, длина органа составляет: у негроидов 111 мм, у европеоидов 108—122, у фиджийцев 150 мм.

Для ширины почки получен следующий ряд значений: негроиды — 60 мм, европеоиды — 69, фиджийцы — 84, аннамиты — 95, индийцы — 107, арабы — 132 мм.

Колебания веса почки составляют: у малайцев 210 г, у китайцев 275, у негров 308, у европеоидов 313 г.

Средний объем почки достигает  $302,9 \text{ мм}^3$  ( $\sigma=83,8$ ). На долю коркового вещества приходится 161,6 ( $\sigma=38,8$ ), т. е.  $54,5 \pm 4,2\%$  от общего объема.

Межпопуляционные различия линейных размеров почек и их веса объясняются, по-видимому, неодинаковыми размерами тела, что свойственно людям разных этнических групп. Вес почки, отнесенный к весу тела, обнаруживает значительно меньшие межпопуляционные различия.

По строению мозгового вещества почки человека отличаются от других приматов. Почка человека содержит 10—20 пирамид мозгового вещества и много сосочков. У черной коаты отмечены 1—3 пирамиды, в то время как у остальных приматов, включая антропоидов, почка

имеет лишь по одной истинной пирамиде. В ней нередко встречаются так называемые ложные пирамиды, образующиеся при врастании коркового вещества в мозговое и неполном разделении мозгового вещества на части. Однако о существовании единственной пирамиды свидетельствует наличие одного сосочка. Ложные пирамиды, хорошо выраженные у антропоидов, служат переходной стадией от унипирамидного к мультипирамидному строению почек.

В ряду приматов положение почки по отношению к позвоночнику остается относительно неизменным.

Из деталей микроскопического строения органа заслуживает внимание толщина базальной мембраны клубочка. У североамериканцев, например, она равна в среднем 314,6 нм, у датчан — 328,8 нм. Межгрупповые различия в размерах микроскопических структур почки менее выражены, чем в размерах почки в целом.

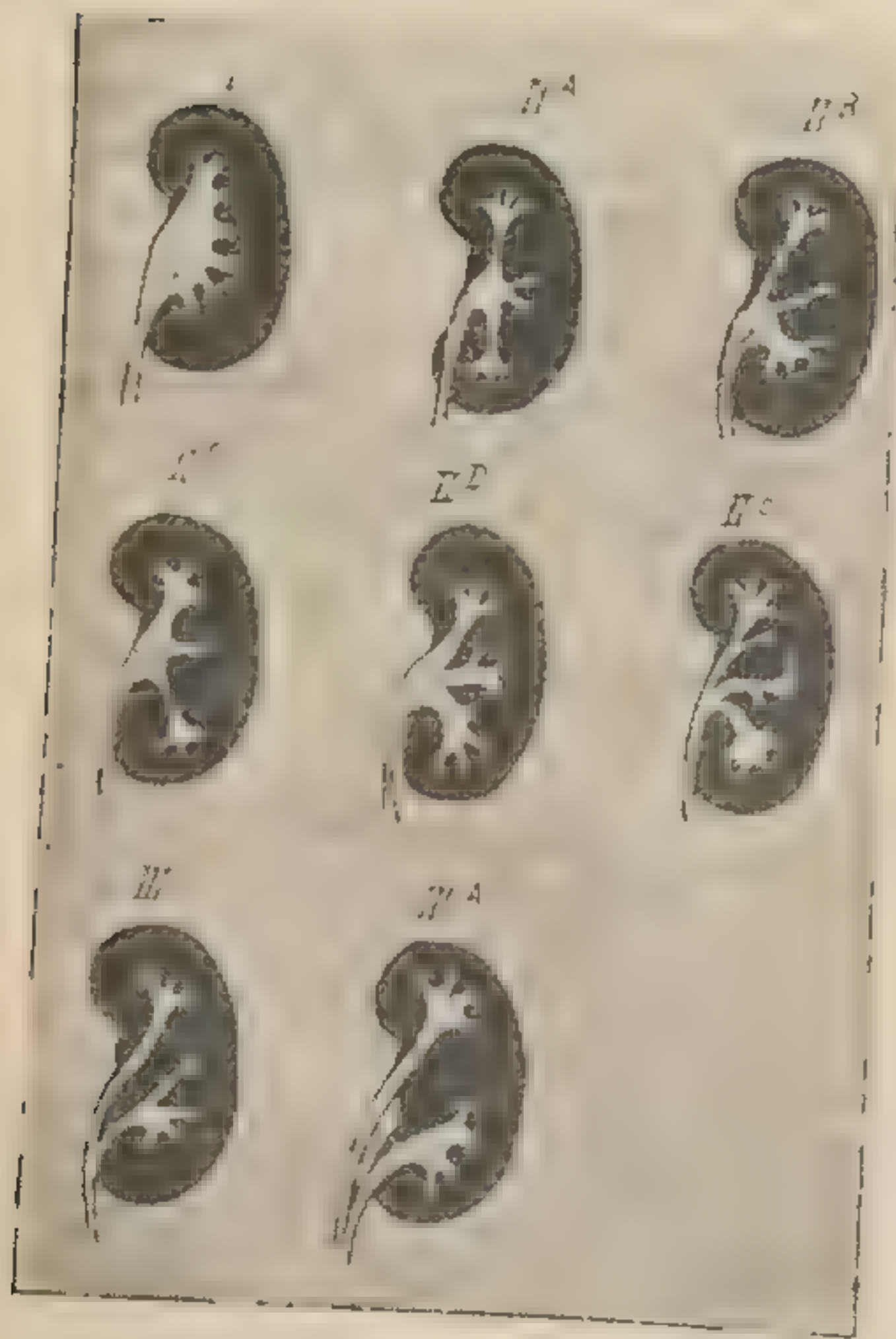


Рис. VIII.11. Варианты мочевыводящих путей (из Loth, 1931)

Мочевыводящие пути почки складываются из малых чашечек, в которые открываются сосочки пирамид, больших чашечек и чашечно-мочеточникового соустья (лоханки). По новейшим представлениям здо-



ровая почка не должна иметь выраженной лоханки. Выделяют три основных типа соединения чашечек с мочеточником (рис. VIII.11): I характеризуется впадением малых чашечек непосредственно в лоханку при отсутствии больших чашечек; II — наличием всех трех звеньев системы (малых и больших чашечек и лоханки); III — отсутствием лоханки и переходом больших чашечек в мочеточник. В разных группах населения частота встречаемости этих типов неодинакова (табл. VIII.4).

Типы строения мочевыводящих путей почки у представителей разных групп, %

Группа	Автор и год	Тип		
		I	II	III
Японцы	Разные авторы, по Loth, 1931	21	78	1
Датчане	То же	14	68	18
Поляки	»	8	71	21
Эстонцы	Тапфер, 1969	12	88	—

Наиболее часто встречается II тип, частота которого в рассмотренных группах приблизительно одинакова. У японцев относительно чаще отмечен I тип (ампулярная лоханка), у поляков — III тип, выразившийся в отсутствии лоханки.

Большим вариациям подвержены сосочки почки. Среднее их количество у европеоидов мужского пола равно  $9,15 \pm 0,25$ , у женщин —  $8,56 \pm 0,22$ . Число сосочков не связано с массой паренхимы почки.

Взаимодействие наследственных и средовых влияний служит источником морфологического и функционального полиморфизма почек человека.

## ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

Органы размножения именуют также репродуктивными, генеративными или половыми. Первые два термина означают, что основная функция этих органов — продолжение рода, последний — что они служат признаком пола. Так как названия систем внутренних органов учитывают их основную функцию (пищеварительные — функция пищеварения, дыхательные — дыхания, выделительные — выделения), для обозначения репродуктивных органов предпочтительны термины, связанные с главной функцией (размножение, продолжение рода). К тому же половые отличия проявляются не только в этих органах, но практически во всех морфофункциональных характеристиках мужского и женского организма.

Понятие «пол» по совокупности биологических феноменов, ему присущих, может быть охарактеризовано различно, так как существует хромосомный пол (определяемый набором половых хромосом XX у женщин и XY у мужчин), гонадный пол (яичко у мужчин и яичник у женщин), гипоталамический пол (дифференцировка ядер гипоталамуса по мужскому или женскому типу), соматический пол, определяемый характерными особенностями пропорций тела, жировотложения и развития мышечной системы. Эти проявления пола находятся друг с другом в сложных, порой противоречивых отношениях.

Органы размножения и выделения принято объединять в единую мочеполовую систему. Однако это объединение касается в основном особенностей развития и топографии.



Органы размножения производят мужскую и женскую половые клетки, создают условия для их слияния (оплодотворение), для развития нового организма в утробе матери и его появления на свет (акт родов). Благодаря слиянию двух половых клеток будущий организм обогащается генетическими запасами отца и матери.

Органы размножения имеют трубчатое и железистое строение (см. с. 181). Маточная труба, матка, влагалище, семявыносящий и семявыбрасывающий протоки имеют трехслойное строение и состоят из слизистой с подслизистой, мышечного слоя и наружной оболочки (серозной, адвентиции). Железистые половые органы, как правило, обладают двойной секрецией. Как внешнесекреторные, они продуцируют половые клетки и выделяют их во внешнюю среду. Что же касается инкреторной деятельности, то они функционируют так же, как и любые другие эндокринные железы, вырабатывая широкий спектр гормонов, которые обобщенно называют мужскими и женскими половыми гормонами.

Мужские органы размножения включают яичко, его придаток, семявыносящий проток, семенной пузырек, предстательную железу, половой член и мошонку. К женским органам размножения относят яичник, маточную трубу, матку, влагалище, клитор, половые губы, железы преддверия.

Особенность органов размножения проявляется в цикличности их деятельности, влияющей на состояние других систем организма.

Длительность менструального цикла у женщин варьирует от 15 до 45 дней (в среднем 28 дней). Изменчивость этого показателя максимальна до 25 лет, в 35—39 лет достигает минимума, от 40 до 44 лет несколько возрастает. Сходная ритмичность в работе половых желез наблюдается и у самок приматов (эстральные циклы). У них она обеспечивает стремление к половому контакту в периоды наибольшей вероятности зачатия. У особей мужского пола эта цикличность не имеет такого значения, но циклы имеют ту же продолжительность, что эстральные у самок данного вида. Они проявляются колебаниями количества сперматозоидов и объема эякулята, половой возбудимости, температуры тела и клеточного содержания уретры.

#### ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Материалом для развития женских органов размножения служат парамезонефральные протоки. Из них образуются маточные трубы, матка, влагалище (у мужчин — мужская маточка предстательной железы и придаток яичка). Мужские органы развиваются из мезонефрального (вольфова) тела и его протока (прямые каналы яичка, сеть яичка, выносящие каналы, аберрантные каналы, придатки яичка, семявыносящий проток). У женщин вместо них образуются rudimentарные каналы параофорона и апоофорона. Рассмотрим последовательность дифференцировки органов размножения, некоторые механизмы и факторы их формирования.

Индифферентная половая железа развивается из зародышевого эпителия внутри от мезонефроса (вольфова тела). Первичные половые клетки закладываются в энтодерме желточного мешка и вторично пролиферируют в половую железу.

Судьба индифферентной половой железы (гонады) зависит от генетического пола организма. Под влиянием мужской половой хромосомы (Y) она превращается в мужскую половую железу — яичко, которая начинает внутрисекреторную деятельность уже на 8—13-й нед. внутриутробного развития.



Яичко выделяет внутриутробно различные формы андрогенов. Одни из них направляют дифференцирование гипоталамуса и эпифиза по мужскому типу (гипоталамический пол), определяя также развитие прочих мужских органов размножения, другие способствуют обратному развитию паранефральных (мюллеровых) протоков. Важно отметить, что яичники подобную эндокринную активность внутриутробно не обнаруживают, хотя синтез женских половых гормонов — эстрогенов — происходит за счет надпочечников и плаценты.

Подчеркнем, что генетический пол играет роль лишь на этапе активации Y-хромосомой развития яичка из индифферентной гонады. Гипоталамический пол определяется секрецией яичка или ее отсутствием. Превращение мигрирующих гонцитов в мужские или женские половые клетки зависит от пола гонады, первично обусловленного действием (или бездействием) Y-хромосомы.

Предполагается, что гормоны яичка на определенной стадии развития организма блокируют процессы сперматогенеза вплоть до периода половой зрелости. В отличие от этого гонциты яичника прогрессивно изменяются, созревают и к 20-й нед. плодного периода достигают этапа фолликулообразования. Яичники новорожденных девочек содержат созревшие фолликулы.

Судить о генетическом поле ребенка можно очень рано. Уже на 12—14-й день беременности в клетках трофобласта появляется половой хроматин — след инактивированной второй X-хромосомы, что указывает на женский пол будущего ребенка. Определить генетический пол ребенка можно внутриутробно, исследовав набор половых хромосом клеток амниотической жидкости. К моменту родов у особей женского пола 90% клеток амниотической жидкости содержат половой хроматин.

#### МУЖСКИЕ ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

Рассмотрим строение яичка и предстательной железы, останавливаясь на общих закономерностях, количественных характеристиках и возрастных особенностях этих органов.

**Яичко.** У человека яичко располагается вне брюшной полости, в кожно-фиброзном мешке — мошонке. Мошонке приписывается двойственная роль в эволюции: как термостата, создающего оптимальные температурные условия (ниже температуры брюшной полости) для созревания в яичках мужских половых клеток, и как визуального признака мужского пола.

Яичко — парный орган, имеющий овальную форму (рис. VIII.12). Его масса у взрослого мужчины составляет 18,0—22,7 г. На первом десятилетии жизни размеры этого органа изменяются крайне медленно, затем наблюдается некоторый рост к 14 годам и интенсивное увеличение к 15—16 годам. Так, к первому году жизни вес яичка равен 1,0 г, к 14 годам он достигает 3,15 г, а в 15 лет уже 15,5—17,0 г. Максимум веса яичка, по мнению одних авторов, приходится на 16—20 лет, по мнению других, позже — на 41—50 лет. Линейные размеры (длина, ширина, толщина) яичка менее изменчивы с возрастом, чем его вес.

С поверхности яичко покрыто соединительнотканной белочной оболочкой. Вначале она тонкая, потом становится более толстой и гомогенной. От нее отходят участки междольковой соединительной ткани (более толстые у новорожденных и истончающиеся с возрастом).

Соединительнотканый остов яичка образован не перегородками (септами), как это полагали раньше, а имеет более сложное трабекулярное строение. Трабекулы, или неполные перегородки, делят яичко на



двести-триста долек. В паренхиме каждой из них располагается по 2—4 извитых семенных канальца, длина каждого из них — 70—80 см, диаметр — около 140 мкм. В области средостения яичка они соединяются друг с другом и переходят в прямые семенные канальцы, откры-

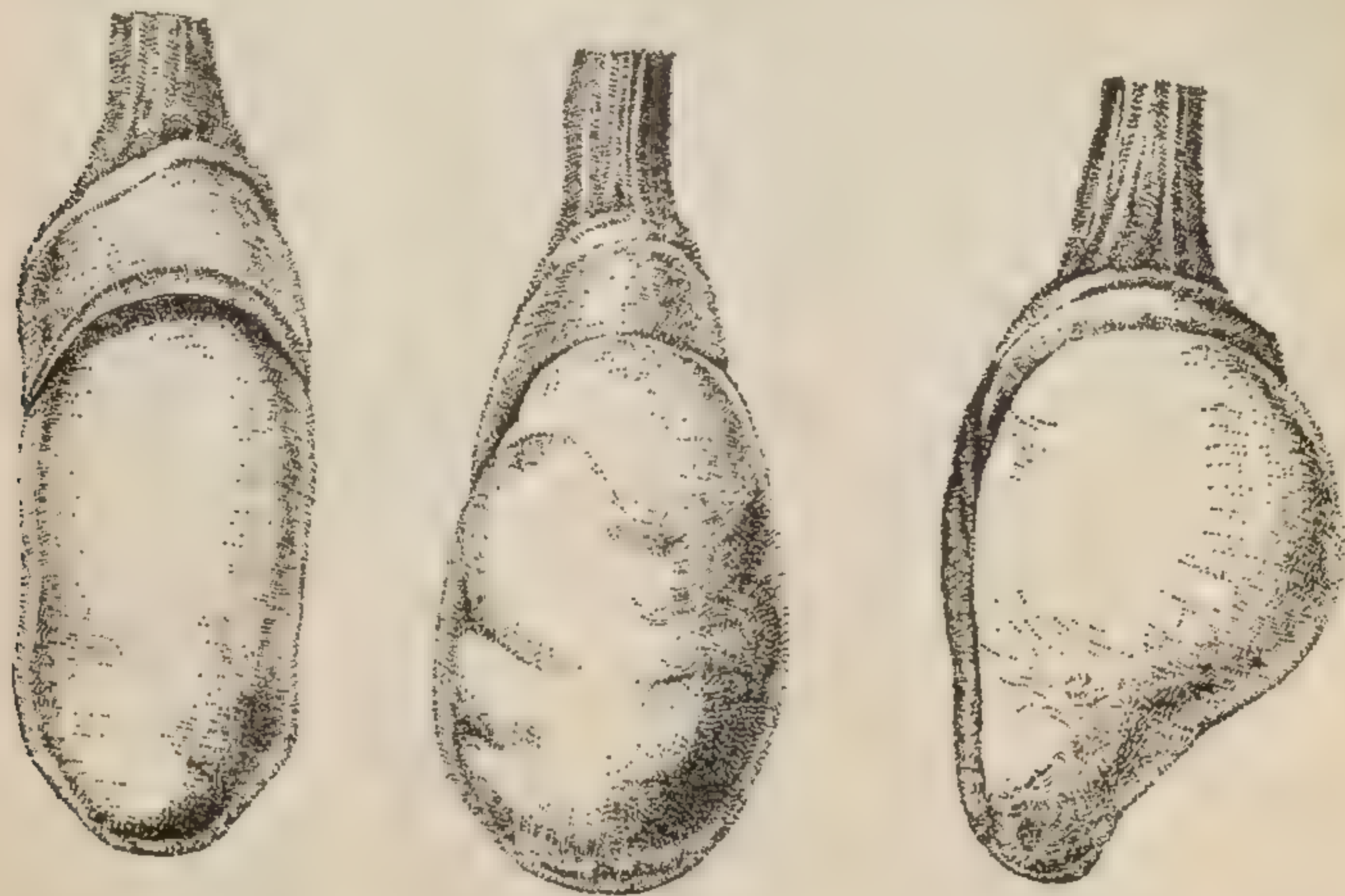


Рис. VIII.12. Различные формы яичка (по Шевкуненко, Геселевич, 1935)

вающиеся в сеть яичка. Из последней, залегающей в средостении, выходит 12—15 выносящих канальцев. Они направляются к головке придатка яичка и переходят в извитой проток придатка (4—6 м длины в расправленном состоянии), который непосредственно переходит в семявыносящий проток.

Извитые семенные канальцы — место образования мужских половых клеток из сперматогенного эпителия.

Площадь поперечного сечения канальцев яичек взрослого мужчины варьирует от 27 до 42 тыс. мкм<sup>2</sup>, не изменяясь в течение жизни. Площадь канальцев придатка составляет 38—113 тыс. мкм<sup>2</sup>, с возрастом она увеличивается. Отношение площади сперматогенного эпителия к площади среза канальца повышается до 80% в 54 года и уменьшается до 58,5% к 72 годам. Последнее соответствует замедлению процессов сперматогенеза у пожилых и старых мужчин. Отношение площади соединительнотканной оболочки канальца к площади его поперечного среза не меняется с возрастом.

Эндокринная функция приписывается гландулоцитам яичка (клеткам Лейдига). Их суммарный объем составляет приблизительно 0,5—1,5 мм<sup>3</sup>. По данным электронной микроскопии, они имеют округлую правильную форму, гомогенную кариоплазму с расположенными у ядерной оболочки глыбками хроматина. Другие особенности ультраструктуры подтверждают стероидобразовательную активность. В процессе старения содержание липидов в клетках Лейдига убывает. Между возрастом и морфологическими показателями их деятельности обнаружена отрицательная корреляция. Однако нередко наблюдается ги-



перплазия клеток. Это следует рассматривать как компенсацию дефекта в ферментативной активности стареющих клеток Лейдига. Компенсация неполноценна, так как уровень тестостеронообразования с возрастом понижается.

Семявыносящие пути яичка делятся на три функциональные части: всасывающую (выносящие каналы — головка придатка), подготовительную (проток придатка — головка и тело придатка) и хранилище семени (хвост придатка). Длина этих путей в расправленном состоянии составляет 5—6 м. Отрезки длины относятся друг к другу как 2:1:1. Просвет каналов последовательно составляет 150, 190 и 250—400 мкм.

Морфофункциональное состояние яичка связано с функцией предстательной железы.

**Предстательная железа (простата)** — мышечно-железистый орган изменчивой формы (рис. VIII.13) и сложного строения. Его доленое деление до настоящего времени остается неясным, нет также единых



Рис. VIII.13. Различия формы предстательной железы (по Шевкуненко, Геселевич, 1935)

представлений о региональной анатомии этого органа. В общем виде орган представляет собой группы железистых элементов, погруженных в скопления гладкомышечной ткани. Будучи экскреторной железой, он вырабатывает жидкие компоненты спермы, создающие определенную физико-химическую среду для половых клеток, а как мышца — служит непроизвольным сфинктером мочеиспускательного канала, в отличие от произвольного в мочеполовой диафрагме.

Существует представление о делении железы на три доли: две боковые и среднюю (перешеек). Распространено также подразделение на шесть долей: четыре внутриуретральные (между внутренним продольным и наружным циркулярным гладкомышечными слоями стенки уретры) и две внеуретральные. К первым относят переднюю, две боковых и подшеечную доли, окружающие уретру со всех сторон (подшеечная сзади). При гипертрофии простаты в пожилом возрасте внутриуретральные доли увеличиваются в размерах, сдавливая уретру, и препятствуют мочеиспусканию. Внеуретральные доли включают среднюю и заднюю; они не окружают уретру полностью (задняя занимает боковую и  $\frac{3}{4}$  задней поверхности уретры). Эти доли редко гипертрофируются.

Подразделение железы на доли не подтверждается убедительно строением ее мышечного аппарата, образующего единую систему. Многие исследователи склоняются к признанию представлений о существовании в железе центральной и периферической зон, разграниченных узкой полоской стромы с проходящими в ней крупными артериальными сосудами.

Другой вопрос, не нашедший до сих пор однозначного решения в морфологии простаты, — соотношение поперечнополосатой и гладкой мускулатуры в стенке этого органа. Принято считать, что поперечнополосатой мышечной ткани здесь нет. Однако в участках железы, извлеченных при гипертрофии простаты путем трансуретральной резекции, поперечнополосатые мышечные элементы обнаруживались почти в третьих случаях. Пучки поперечнополосатых волокон ориентированы как продольно, так и поперечно. Часть гладкомышечных пучков от капсулы органа продолжается в направ-



лении основных сосудисто-нервных стволов. При этом проникновение мышечных структур предстательной железы в другой орган не наблюдается и они сохраняют известную изолированность. Стенка семявыбрасывающего протока, пронизывающего предстательную железу, отличается от остальной части стромы простаты богатством эластических волокон и наличием не связанных с мускулатурой простаты гладкомышечных клеток.

Мышечные, эластические и железистые элементы простаты достигают наивысшей выраженности в 18—40 лет. Затем наступают атрофические явления. Атрофия железистых долек начинается в периферической зоне простаты и длительно сохраняет очаговость. Для старения простаты, как и других органов, характерно замещение эпителиальной железистой ткани интерстициальной соединительной.

#### ЖЕНСКИЕ ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

**Яичник** — парный орган, расположенный в полости малого таза. У новорожденной девочки имеет языковидную удлинненную форму, у половозрелой женщины форму овоида. Состоит из коркового (железистая часть) и мозгового вещества, построенного из рыхлой соединительной ткани с сосудами и нервами. К моменту рождения корковое вещество каждого яичника содержит 143 тыс. ооцитов (яйцеклеток), к 14 годам из этого количества остается лишь 10,5 тыс. ооцитов. Несмотря на гибель более чем 130 тыс. яйцеклеток, размеры яичника к периоду полового созревания не уменьшаются, а увеличиваются благодаря разрастанию стромальной соединительной ткани. При этом происходит не просто увеличение коллагеновых волокон, а полная перестройка соединительнотканного остова органа, изменяющая ориентацию ретикулярных волокон. После рождения эти волокна в корковом веществе располагаются вертикально (под прямым углом к поверхности органа), к 7 годам они принимают косое направление, а после 10 лет горизонтальное. На 3—4-м десятилетии жизни женщины происходит пролиферация соединительной ткани на месте созревших и атрофированных фолликулов, поверхность яичника становится бугристой. Позже очаговое фиброзирование стромы сменяется тотальным — размеры органа уменьшаются, а поверхность его на 5—6-м десятилетии теряет бугристость и вновь делается гладкой.

Огрубение, уплотнение, сморщивание волокнистых структур в периферической зоне коркового вещества выражено больше, чем в центральной. Это объяснимо ухудшением условий кровоснабжения и лимфооттока по мере удаленности от центра органа.

С поверхности яичник покрыт зародышевым эпителием цилиндрической или кубовидной формы у новорожденной девочки и уплощающимся к периоду полового созревания.

Расположенные в корковом веществе яичника яйцеклетки окружены пузырьком — фолликулом. Фолликулы проходят цикл развития от незрелых примордиальных до зрелых вторичных (граафовых пузырьков). Вскоре после рождения девочки в ее яичнике обнаруживаются зрелые граафовы пузырьки, однако они не достигают, как у взрослых, поверхности органа и не выделяют яйцеклетку. Созревание пузырьков в этом возрасте происходит под действием половых гормонов материнского организма. У половозрелых женщин при определенном гормональном фоне пузырек лопается (происходит овуляция) и на поверхности яичника оказывается яйцеклетка. Яйцеклетка попадает в маточную трубу, где и происходит обычно ее оплодотворение мужскими половыми клетками — сперматозоидами, после чего она поступает в полость матки.



**Матка** — мышечно-железистый орган, служащийместилищем для развивающегося эмбриона и плода. У половозрелых женщин 25—45 лет в небеременном состоянии матка имеет длину 6,5—9,5 см и вес 70—100 г. У новорожденной девочки ее длина достигает 3,0—3,5 см при соотношении продольных размеров шейки и тела 1:0,4—0,75. До 10 лет годам достигает в длину дефинитивных значений, а отношение длины шейки и тела составляет 1:2.

Положение матки в полости таза широко варьирует. Срединное ее положение у здоровых девушек и нерожавших женщин отмечено в 37,7% случаев, в 20,2% вся матка расположена в переднем, а в 42,1% — заднем полукольце таза. При слабости связочного аппарата матки, хорошем развитии мышц тазового дна и перенапряжении брюшного пресса возникают различные отклонения матки и ее тела кзади по отношению к продольной оси влагалища и шейки.

Структура матки подвержена циклическим изменениям в связи с фазами менструального цикла. При этом наибольшей перестройке подвергается слизистая оболочка — эндометрий (табл. VIII.5). Параллельно изменяется и величина внутриматочного объема, увеличиваясь в секреторную фазу цикла.

Таблица VIII.5

Некоторые характеристики эндометрия по фазам менструального цикла (аутопсийные материалы, по Fuhrmann, 1968)

Фаза цикла	Количество желез на 1 мм <sup>2</sup> эндометрия	Общее число желез
Пролиферация . . . . .	23,13±4,36	27 562
Начало секреции . . . . .	24,00±3,90	23 917
Середина секреции . . . . .	19,00±4,60	23 960
Конец секреции . . . . .	22,04±4,28	25 149
Атрофия слизистой . . . . .	6,00±2,40	9 734
Железисто-кистозная гиперплазия . . . . .	14,24±3,86	25 712

До наступления полового созревания слизистая матки представляет собой более стабильную систему. Размеры ядер в клетках слизистой относительно постоянны с 4-й нед. постнатальной жизни до 7 лет. В 8—11 лет кариометрические показатели приобретают выраженную изменчивость, что можно рассматривать как усиление активности маточных желез.

Мышечная оболочка матки не подвержена столь отчетливым изменениям по фазам менструального цикла, но способна к значительным перестройкам при беременности. При этом масса матки за несколько месяцев увеличивается в 10—20 раз, а после родов за несколько недель возвращается к исходным значениям. Содержание мышечных элементов в стенке матки имеет локальные отличия: в теле оно выше, чем в шейке, в передней и задней стенках выше, чем в боковых. При беременности мышечный компонент тела матки отчетливо увеличивается, в шейке ощутимых изменений не происходит. Различия между стенками матки (передней, задней и боковыми) исчезает.

Архитектоника мускулатуры матки изучается не одно десятилетие, но споры вокруг этой темы не утихают. Согласно представленной в учебных руководствах классической схеме, в наружном (надсосудистом) и внутреннем (подсосудистом) слоях гладкомышечные волокна ориентированы продольно, в среднем (сосудистом) слое — циркулярно. Указывается на спиральное направление волокон и их закрученность



снаружи внутрь маточной стенки по типу «часовой пружины». Однако наибольшим признанием пользуются сейчас представления о том, что мышечные волокна миометрия образуют трехмерную сеть.

Наиболее развитым из трех мышечных слоев является средний — сосудистый. Он содержит крупные сосуды, что и определило его название. В трехмерной сети особая роль отводится областям перекреста мышечных волокон как точкам фиксации, препятствующим чрезмерному растяжению мышечной ткани при сокращениях матки. Мышечный компонент соответствующих артерий и вен тесно связан с мускулатурой этого органа.

В целом деятельность внутренних органов зависит от особенностей их кровоснабжения и иннервации. Изучение сосудисто-тканевых отношений привлекло внимание морфологов лишь в последние годы, в чем немалая заслуга принадлежит Д. А. Жданову и его ученикам.

## ГЛАВА IX

### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сердечно-сосудистая система обеспечивает транспорт кислорода ко всем тканям тела и удаление из них продуктов метаболизма, а также перенос различных веществ от одних органов к другим. В ее составе выделяют кровеносную и лимфатическую системы.

### КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

#### ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ

Кровеносная система представляет собой замкнутую систему трубок, по которым циркулирует кровь. Движение крови обеспечивается рядом причин, из которых особо следует отметить работу сердца и активные сокращения мышечных элементов стенок сосудов. Сосуды, несущие кровь от сердца, называются артериями, сосуды, по которым кровь поступает к сердцу, — венами. Артерии, кроме легочных, несут насыщенную кислородом кровь алого цвета, вены наполнены более темной кровью, содержащей меньшее количество кислорода и больше углекислоты  $\text{CO}_2$ . Однако легочные вены содержат артериальную кровь, оттекающую от легких, а легочные артерии — венозную кровь.

Кровеносная система образует два круга кровообращения — большой и малый. Большой круг начинается в левом желудочке, из которого выходит аорта, продолжается в многочисленных артериях, артериолах, а затем в капиллярах, разветвляющихся по всему телу и по-следовательно переходящих в веноулы, а затем в вены. Из них в конечном итоге формируются две крупнейшие вены — верхняя и нижняя полые, впадающие в правое предсердие. Большой круг кровообращения снабжает кровью все органы (в том числе легкие) и ткани тела. Малый, или легочный, круг кровообращения начинается в правом



желудочке легочным стволом, включает легочные артерии, которые многократно ветвятся в легких, оплетая в виде капиллярной сети альвеолы, а также легочные вены, несущие кровь в левое предсердие. Таким образом, большой и малый круги кровообращения имеют в своем составе артериальный и венозный отделы, а также соединяющие их капилляры.

Артерии и вены имеют форму трубок, в стенке которых выделяют три оболочки. Внутренняя оболочка — интима — со стороны просвета сосуда гладкая, выстлана слоем эндотелия, располагающегося на пластинке основного вещества — базальной мембране. Эндотелиальные клетки веретенообразные по форме, их длина около 140 мкм, ширина 8 мкм. На внутренней поверхности интимы имеется характерная складчатость. В аорте складки выявляются при увеличении в 100—300 раз; они ориентированы продольно со спиральным ходом, достигая в длину 2—5 мм, в ширину 12—17 мкм. Одни складки служат продолжением других. Их образование связывают с неровностями внутренней эластической мембраны. Существуют выпячивания (5—10 мкм), образованные ядрами эндотелиальных клеток, и еще меньшие в диаметре (100 нм) в виде микроворсинок — выростов этих клеток. Наличие складчатости и неровностей увеличивает площадь внутренней поверхности сосудов. Толщина интимы, не препятствующая питанию среднего слоя артерий, считается критической (для аорты — 0,15 мм).

Средняя оболочка содержит идущие по спирали гладкомышечные волокна, тесно связанные с волокнами соединительной ткани — коллагеновыми и эластическими. На долю первых приходится в средней оболочке аорты 20% сухого веса, соединительнотканые волокна составляют 60%. В периферических артериях доля первого компонента повышена, второго — снижена. Отношение коллагенового компонента к эластическому выше в артериях, активно регулирующих кровоток (венечные, сонные, почечные), и ниже в бедренной и брыжеечных артериях. На границе между внутренней и средней, а также средней и наружной оболочками каркас артерий, особенно крупных, усилен внутренней и наружной эластическими мембранами.

В зависимости от соотношения в средней оболочке эластических и гладкомышечных волокон выделяют сосуды эластического, мышечного и смешанного типов. К артериям эластического типа относятся аорта, легочный ствол, легочная артерия, плечеголовной ствол, подключичная и общая сонная артерии. Артерии мышечного типа представлены позвоночной, поверхностной височной, плечевой, лучевой, подколенной, дистально расположенными артериями конечностей и артериями мозга. К сосудам мышечного типа можно отнести также большую подкожную, бедренную и подколенную вены. Промежуточное положение занимают сосуды смешанного, или мышечно-эластического типа: общая, наружная и внутренняя подвздошные артерии, наружная и внутренняя сонные, бедренная и артерии внутренних органов — венечные, почечные, чревный ствол, брыжеечные верхняя и нижняя. Из вен подобное строение имеют нижняя полая и пупочная (у плода). В крупных артериях эластического типа толчкообразно, в соответствии с сердечным выбросом, поступает в момент систолы дополнительная масса крови, и их стенка, обладая растяжимостью и упругостью, сглаживает пульсирующий характер кровотока. Артерии мышечного типа регулируют кровоток в органах, активно изменяя свой просвет.

Наружная оболочка содержит соединительнотканые и гладкомышечные элементы. Со стороны наружной оболочки в стенку крупных сосудов проникают так называемые сосуды сосудов, обеспечивающие



процессы внутривеночного метаболизма. Их количество находится в прямой зависимости от толщины стенки сосудов.

Вены отличаются от артерий менее развитой оболочкой и меньшей толщиной стенки. По своей емкости венозное русло превышает артериальное. В венах кровь течет под меньшим давлением и с меньшей скоростью.

Капилляры — точчайшие разветвления сосудистого русла, имеющие отношение к так называемому микроциркуляторному руслу (см. ниже). Капилляры в органах образуют сети, более крупные сосуды — сплетения. В тонких оболочках и стенке органов трубчатого строения сети капилляров и сплетения сосудов распределены в одной плоскости; в паренхиматозных железах, мышцах, сухожилиях и костях они формируют трехмерные конструкции.

В эмбриогенезе кровеносная система развивается из среднего зародышевого листка — мезодермы, претерпевая в процессе развития сложные преобразования.

### СЕРДЦЕ

Сердце — мышечный орган, имеющий четыре камеры: два предсердия и два желудочка. Строение сердца определяется его функцией — резервуара, в который собирается венозная кровь со всего тела (правое предсердие) и артериальная из легких (левое предсердие), и насоса, перекачивающего кровь по сосудам большого (левый желудочек) и малого (правый желудочек) кругов кровообращения.

**Положение и проекция сердца.** Сердце находится в грудной полости в средостении, а при делении средостения на переднее и заднее — в первом его отделе. Своим основанием сердце подвешено на крупных сосудах. Основание обращено вверх, кзади и вправо, хорошо фиксировано и практически не смещается. Наиболее подвижная часть сердца — его верхушка. Она обращена вниз, кпереди и влево. Верхушка

сердца проецируется в пятом межреберье на 1 см кнутри от среднеключичной линии. Верхняя граница проходит на уровне хрящей третьих ребер, левая — от места соединения реберного хряща с костной частью III левого ребра до места проекции верхушки сердца, правая граница находится на 2—3 см кнаружи от правого края грудины между III и V ребрами.

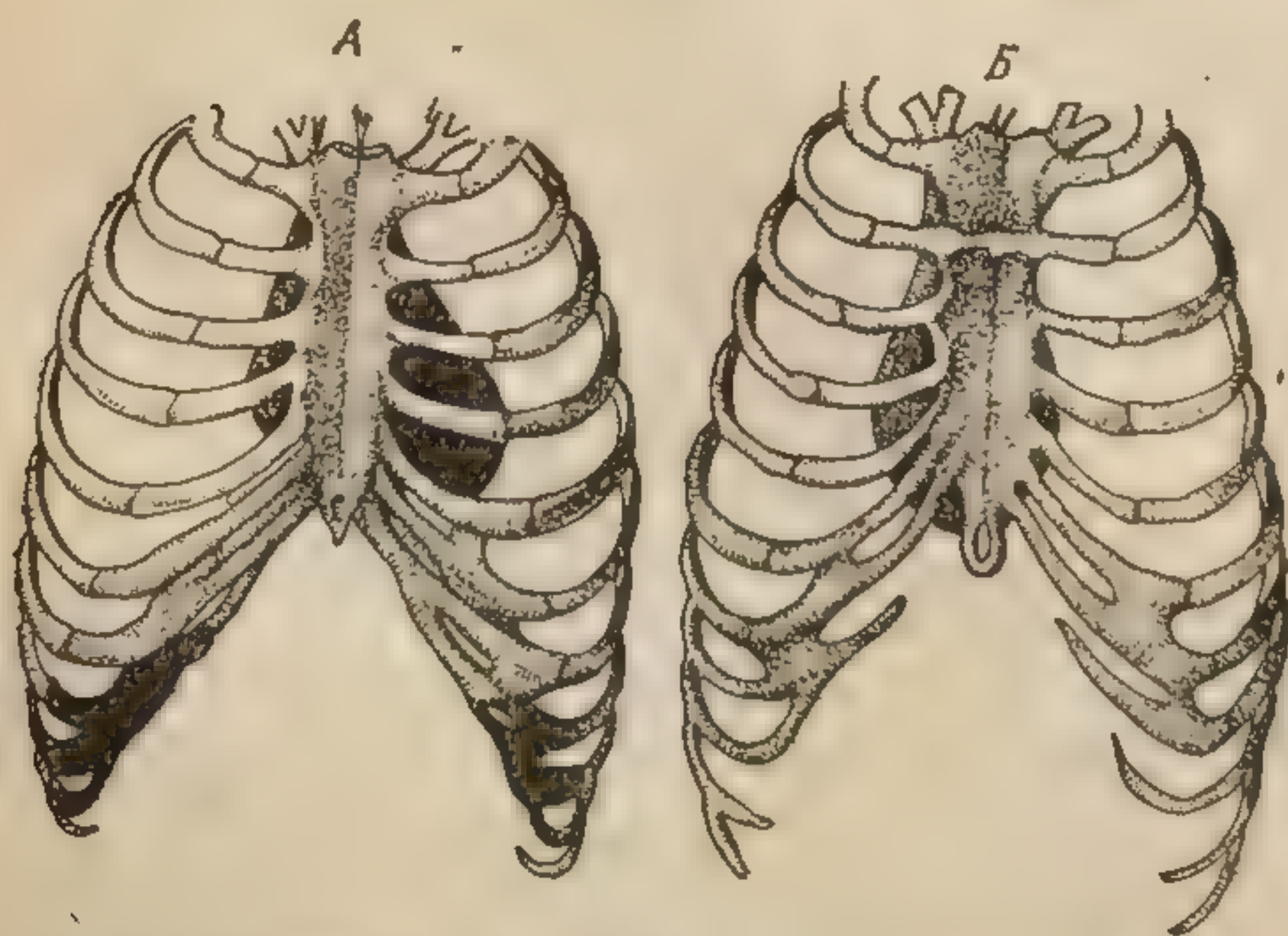


Рис. IX.1. Крайние формы положения сердца (по Шевкуненко, Геселевич, 1935)

Положение сердца определяется формой грудной клетки. При узкой грудной клетке сердце располагается более вертикально, при широкой — косопоперечно (рис. IX.1).



**Стенка сердца.** Строение оболочек сердца приспособлено к выполнению различных механических функций. Внутренняя оболочка — эндокард — гладкой своей поверхностью обращена в полость сердца, что обеспечивает ток крови при минимальном расходе энергии на трение. Средняя мышечная оболочка — миокард — обеспечивает своими сокращениями силу выброса крови из одной полости в другую, а затем за пределы сердца. Наружная оболочка — эпикард — служит внутренней (висцеральной) пластинкой перикарда, при соприкосновении с париетальной пластинкой последнего уменьшает трение, возникающее при перемещениях сердца в сердечной сумке в связи с сокращениями миокарда. Этому также способствует небольшое количество серозной жидкости в перикардиальной полости, смачивающей трущиеся мезотелиальные поверхности висцеральной и париетальной пластинок.

Желудочки сердца при своем сокращении выполняют большую механическую работу, чем предсердия. Миокард желудочков, особенно левого, лучше развит, чем мышечная оболочка предсердий. В предсердиях миокард имеет двухслойное строение: поперечно идущие волокна охватывают оба предсердия, а продольно ориентированные существуют отдельно в каждом предсердии. В миокарде желудочков, имеющем 3 слоя, волокна наружного и внутреннего слоев ориентированы продольно, среднего — циркулярно. Продольные волокна берут начало на фиброзных предсердно-желудочковых кольцах, входящих в состав соединительнотканного остова сердца. При послойном разволокнении миокарда выявлены взаимосвязь и взаимопроникновение отдельных слоев миокарда, наличие в их составе отдельных волокон, проходящих одновременно в разных слоях.

Микроскопическое строение сердечной мышцы напоминает структурную организацию поперечнополосатой скелетной мускулатуры. Мышечные волокна длиной около 100 и шириной 15 мкм покрыты оболочкой — сарколеммой, во внутреннем их содержимом — саркоплазме — располагаются сократительные элементы (миофибриллы), ядра, митохондрии, эндоплазматическая сеть и некоторые другие клеточные оргanelлы.

Мышечные волокна располагаются в толще стенки сердца и в ее выростах, формирующих выступающие в полость трабекулы и сосочковые мышцы. Трабекулы — «пристеночные» или «мостовидные» — образуют мелко-, средне- или широкопетлистые складчатые сети. Если представить себе камеры сердца в виде шара, они располагаются по хордам и при своем сокращении уменьшают вместимость камер, изгоняя кровь из последних. Наибольшего развития трабекулы достигают к 20—30 годам, к 60—70 годам они редуцируются, сохраняясь лишь у верхушки сердца. Число и длина сосочковых мышц зависят от формы сердца: у широких и коротких сердец их больше и они короче, чем у длинных и узких.

Наряду с мышечной тканью в образовании миокарда принимает участие и соединительная ткань в виде перегородок, межпучковых пластинок и околососудистых муфт. Большую роль соединительнотканый компонент играет в строении эндокарда и эпикарда (перикарда) — внутренней и наружной оболочек сердца.

Эндокард сердца взрослого человека состоит из эндотелия, поверхностного коллагенового, эластического, гладкомышечного и глубокого коллагенового слоев. В предсердиях он в 2—4 раза толще, чем в желудочках. В последних он толще в верхней части межжелудочковой перегородки, на сосочковых мышцах и створках клапанов. В левом предсердии он толще и содержит больше эластических волокон, чем в



правом. Это объясняется большей изменчивостью объема левого предсердия, кровопиток к которому при интенсификации дыхания резко нарастает.

Висцеральная (эпикард) и париетальная пластинки перикарда покрыты мезотелием, глубже которого располагается пограничная (базальная) мембрана и коллагеново-эластическая строма. В полость перикарда выступают микроворсинки длиной 3 мкм и шириной 80—100 нм. Эндоплазматический ретикулум клеток перикарда участвует в выработке перикардиальной жидкости.

Конструкция перикарда (направление пучков волокон) во многом определяется механическими условиями, возникающими при акте дыхания, в связи с прямохождением и движениями позвоночника. В разных слоях перикарда волокна ориентированы по-разному: «накладываюсь» друг на друга, они образуют своего рода сетку, обеспечивающую достаточную прочность. Извилистость хода коллагеновых волокон объясняет растяжимость перикарда, изменение формы и объема околосердечной сумки. В местах перехода висцеральной и париетальной пластинок перикарда друг в друга у полых и легочных вен образуются связки, которые вместе с крупными сосудами сердца участвуют в его фиксации. Выделяют три группы связок: правые (верхняя и нижняя продольные, или вертикальные), средняя (горизонтальная), левые (верхняя и нижняя косые). Средняя, натянутая между правыми и левыми легочными венами, образует дно косой пазухи перикарда. Связки отличаются большой индивидуальной изменчивостью.

**Проводящая система сердца.** Представлена узлами и пучками, построенными из несколько видоизмененной мышечной ткани. В отличие от остальной части миокарда эти волокна бедны миофибриллами, богаты гликогеном; саркоплазматическая сеть выражена слабо.

Проводящая система обеспечивает известный автоматизм сердечных сокращений.

Автоматизм работы обеспечивается функционированием синусно-предсердного узла, предсердно-желудочкового узла, предсердно-желудочкового пучка (пучок Гиса), разветвляющегося на правую и левую ножки и заканчивающегося в миокарде желудочков волокнами Пуркинье.

Синусно-предсердный узел — водитель сердечного ритма — имеет размеры 5—9×1—5 мм. Он располагается на месте соединения верхней поллой вены с ушком правого предсердия. Предсердно-желудочковый узел (его размеры 7,5×3,7×1,0 мм) находится в нижней части правого предсердия в фиброзной ткани между предсердием и желудочком. В нем выделяют поверхностную, представленную продольными волокнами, и глубокую — с косыми и поперечными волокнами части. Взаимопереплетаясь, эти волокна направляются в составе пучка Гиса к межжелудочковой перегородке. Длина пучка Гиса — 6,5 — 20,0 мм, диаметр — 1,5—2,0 мм. Пучок делится на левую, более широкую, и правую, компактную, ножки. Левая имеет два типа ветвления: рассыпной — чаще для сердец со слабо выраженными трабекулами в левом желудочке, и магистральный — чаще при отчетливом трабекулярном рельефе желудочка. Топография предсердно-желудочкового пучка зависит от длины сердца: если она мала, то весь пучок и начальная часть левой ножки располагаются ближе, а если велика — дальше от фиброзного основания правого и заднего синусов аорты.

В составе миокарда правого предсердия выделены пучки волокон от синусно-предсердного узла к мускулатуре левого предсердия и межузловые тракты (передний, средний и задний). Однако наличие в по-



следних волокон, действительно соединяющих этот узел с предсердно-желудочковым узлом, пока морфологически не доказано.

Клапанный аппарат сердца препятствует обратному току крови. При впадении вен в полость сердца он представлен заслонками. Заслонка в месте впадения в правое предсердие нижней полой вены была описана в 1563 г. Евстахием и была названа его именем. Заслонка при впадении венозного синуса носит имя Тебезия. Первая из них по строению и размерам очень изменчива. Чаще ее длина около 3 мм, но может достигать 10 и даже 20 мм. Иногда она снабжена сухожильными хордами, имеет отверстия, представлена гребешком (0,5—2,5 мм высотой). Она может полностью отсутствовать. Заслонка венозного синуса не выражена в четверти случаев. Широкая изменчивость предсердных заслонок вплоть до полного исчезновения не подтверждает их функционального значения, свидетельствуя о способности сердца приспосабливаться к условиям деятельности при различной выраженности этих образований. Ток крови внутри сердца регулируется клапанами.

Правый и левый предсердно-желудочковые клапаны должны быть рассмотрены как функциональные системы, включающие в себя фиброзные предсердно-желудочковые кольца, створки, сухожильные хорды и сосочковые мышцы. Результатом полноценной деятельности системы служит полное смыкание створок, препятствующее затеканию крови из желудочка в предсердие. Основную нагрузку эти клапаны испытывают при систоле желудочков, т. е. сокращении их мышечного слоя. Чтобы воспрепятствовать выбуханию клапанов в предсердие и раскрытию их створок, сокращаются сосочковые мышцы, берущие начало от миокарда желудочка и через сухожильные хорды удерживающие створки в исходном положении. Вместе с тем силы, развиваемые при сокращении сосочковыми мышцами, действуют и на стенку желудочка.

Правый предсердно-желудочковый клапан имеет, как правило, три створки и назван *трехстворчатым*. Однако число створок варьирует от двух до шести (у детей — от двух до четырех). Выделяют три главные створки: переднюю, заднюю, медиальную — и добавочные, образующиеся при расщеплении чаще всего задней, реже передней и медиальной. Дополнительные створки меньше по размеру, чем главные, и имеют треугольное очертание. Столь же изменчиво число створок левого предсердно-желудочкового, или *митрального*, клапана: чаще их две (передняя и задняя). В одной пятой случаев встречаются три, реже четыре или пять створок. Источником возникновения дополнительных створок, как и в трехстворчатом клапане, обычно служит задняя створка.

Сосочковых мышц в правом желудочке встречается от 2 до 11, в левом — 2—6. По форме они могут быть цилиндрическими, коническими, в виде усеченной четырехгранной пирамиды. Сухожильные хорды встречаются в разном количестве. Они прикрепляются к створкам на всем протяжении их желудочковой поверхности — от свободного края до фиброзного кольца. Для митрального клапана выделены 4 группы сухожильных хорд: комиссуральные (прикрепляются в области комиссур), хорды грубой зоны (оканчиваются в утолщенных краевых участках створок), щелевые (заканчиваются в щелях, образующих на задней створке три складки), базальные (идут от задней стенки желудочка к основанию задней створки).

Выделяют два крайних типа строения трехстворчатого клапана. Простая форма встречается при узком и коротком сердце с суженным фиброзным кольцом, 2—3 створками, 2—4 сосочковыми мышцами, 16—



25 хордами. Сложная форма отмечается при широком и длинном сердце с расширенным фиброзным кольцом, 4—6 створками, 6—10 сосочковыми мышцами, 30—40 сухожильными хордами.

Подобные варианты строения характерны и для митрального клапана: первый характеризуется двумя небольшими створками, двумя сосочковыми мышцами и 5—10 хордами; второй — 4—5 створками, 4—6 сосочковыми мышцами, 20—30 хордами, заканчивающимися 57—70 нитями.

Клапаны аорты и легочного ствола препятствуют обратному току крови иначе, чем предсердно-желудочковые. Сама конструкция клапанов в этих сосудах, имеющих три полулунные заслонки, препятствует затеканию крови в желудочки. Полулунные заслонки обращены вогнутой поверхностью в сторону просветов аорты и легочного ствола; давлением крови они опускаются вниз, смыкаются и закрывают просвет. При систоле желудочков заслонки оттесняются током крови к стенкам крупных сосудов.

Анатомически оба клапана однотипны. Рассмотрим строение на примере аортального. Чаще (80%) встречаются случаи, когда две заслонки занимают переднее положение, одна — заднее. В 12% случаев спереди располагается одна из них, сзади две. Наконец, в 8% случаев при одной передней и одной задней заслонках третья находится медиальнее двух остальных. Поэтому выделяются правая левая и задняя створки.

**Кровоснабжение и иннервация.** В луковице аорты в области синусов располагаются устья двух венечных артерий. Они находятся на уровне свободного края створок или на 2—3 мм выше его и лишь в 8—13% случаев опущены ниже свободного края. Последнее положение физиологически выгодно, так как при поступлении крови в аорту полулунные створки затрудняют кровоток в венечных артериях. Место начала венечных артерий зависит от положения сердца в грудной полости и, следовательно, от особенностей телосложения. При вертикальном положении сердца устья венечных артерий находятся под полулунным клапаном, при диагональном в половине случаев — на уровне свободного края створок, при горизонтальном положении — либо в аортальном синусе, либо у верхнего края створок.

Сердце постоянно находится в движении. Это не отражается существенно на интенсивности кровоснабжения его тканей, так как две венечные артерии (левая и правая) образуют продольное (в межжелудочковых бороздах) и поперечное артериальные кольца. Поэтому некоторое сужение одного пути для тока крови отчасти компенсируется другими артериями. В кровоснабжении сердца принимают нередко участие другие артерии — дополнительные. От ветвей второго порядка венечных артерий, входящих в толщу миокарда, отходят разветвления еще восьми порядков, анастомозирующие друг с другом. Существуют меж- и внутрисистемные анастомозы. Первые, соединяющие ветви двух венечных артерий, встречаются чаще. Место преимущественной локализации анастомозов — стенка желудочков, особенно правого. Межсистемные анастомозы обеспечивают полноценность кровоснабжения при неравномерной выраженности этих систем. Преобладание ветвей правой венечной артерии (правый тип кровоснабжения) встречается чаще, реже левый и равномерный (сбалансированный) типы. При правом типе кровоснабжения артериальные анастомозы обнаруживаются чаще.

Несмотря на специальные компенсаторные устройства в сосудистой системе сердца (два кольца, обилие анастомозов и др.), бесперебой-



ный кровоток происходит лишь в эпикарде. Во внутреннем слое миокарда он не постоянен, так как внутримышечное давление здесь в момент систолы выше, чем внутриаортальное. При сокращении сердца стенки капилляров его среднего и внутреннего слоев смыкаются и кровоток замедляется. В стенках правого желудочка кровоток в норме выше, чем в стенках левого.

Венозная кровь от стенок сердца собирается вены системы венозного синуса и попадает в правое предсердие. Кроме того, по наименьшим венам она поступает в каждую из четырех камер сердца.

Нервный аппарат сердца обеспечивает его регуляцию. Он представлен симпатическими нервами, ветвями блуждающих, а также чувствительными волокнами от I—V грудных сегментов спинного мозга. Согласно классическим представлениям они формируют два экстракардиальных нервных сплетения и шесть сплетений под эпикардом, описанных В. П. Воробьевым. В последние годы высказываются сомнения в возможности обособить поверхностное и глубокое экстракардиальные сплетения от других околоорганных частей единого шейно-грудного нервного сплетения. В составе этого сплетения, включающего около 400 нервов, к сердцу имеют преимущественное отношение 4 системы нервов. Внутрисердечные нервы распределяются неравномерно. Насыщенность отделов сердца нервными окончаниями также неодинакова. В ушках (особенно левом) их значительно больше, чем в предсердиях. Это свидетельствует о возможной роли ушек сердца в регуляции внутрисердечного кровотока.

**Возрастные изменения и половые различия.** Сердце закладывается в области шеи и на ранних стадиях эмбриогенеза бывает однополостным, а позже в нем последовательно формируются перегородки предсердий, затем желудочков и клапанный аппарат. Орган становится четырехкамерным. До рождения сердце функционирует иначе, чем после рождения, в связи с отсутствием легочного дыхания. Плод получает от матери кислород через плаценту. Затем обогащенная кислородом кровь попадает в правое предсердие, а оттуда либо в правый желудочек, либо через отверстие в межпредсердной перегородке (так называемое овальное) в левое предсердие. Из правого желудочка кровь поступает в легочный ствол, а оттуда через артериальный (боталлов) проток в дугу аорты.

Наиболее точной характеристикой размеров сердца является его вес. До рождения он изменяется очень быстро. При весе эмбриона 1 г вес сердца равен 10 мг. К моменту рождения вес сердца увеличивается до 20 г, т. е. в 2 тыс. раз. Вес сердца взрослого человека составляет в среднем 300 г. При этом к 2—3 годам он увеличивается по сравнению с периодом новорожденности в 2,5 раза, к 4—6 годам — в 4 раза, к 7—10 — в 5,5 раза, к 11—14 — в 10 раз, к 15—20 годам — в 12,5 раз. Вес сердца, отнесенный к весу тела, достигает высоких значений в пренатальный период и у новорожденного (5,15—5,86 г/кг), в грудном возрасте и детстве он снижается (3,50—3,96 г/кг), в последующих возрастах вновь повышается до исходного уровня. Вес сердца, отнесенный к площади поверхности тела, увеличивается в пренатальном периоде до момента рождения, в грудном возрасте снижается и интенсивно нарастает в последующие периоды жизни.

С возрастом абсолютный объем сердца увеличивается. Его отношение к максимальному поглощению кислорода в покое за 1 мин уменьшается от 10—11 лет к 18—19 годам, увеличиваясь в последующем с возрастом. Тренированное сердце отличается большим абсолютным и малым относительным объемом.



У взрослых по сравнению с детьми число створок предсердно-желудочковых клапанов увеличивается, а сосочковых мышц — уменьшается.

Относительная длина створок предсердно-желудочковых клапанов с возрастом (от 5—6 мес утробной жизни до 90 лет) мало изменяется, тогда как относительная длина сухожильных хорд увеличивается. Относительная длина сосочковых мышц уменьшается с возрастом: от 23,3—24,6% длины правого желудочка у новорожденных до 16,5—16,7% у 85—90-летних и от 28,3—29,2% до 22,2—23,5% в том же возрастном интервале для левого желудочка.

В процессе старения вес сердца увеличивается к 60—70 годам за счет гипертрофии миокарда левого желудочка, затем уменьшается. Происходит расширение верхней и сужение нижней части желудочков и удлинение артериальных конусов. Сужение нижних отделов связано, по-видимому, с частичной атрофией миокарда, расширение верхних — с расширением желудочков.

Стареющее сердце характеризуется развитием субэпикардиальной жировой ткани, утолщением эндокарда, огрублением клапанов с нарушением их смыкания, развитием эластической ткани, уменьшением поперечной исчерченности мышечных волокон, увеличением размеров ядер. Изменения проводящей системы сердца заключаются в утолщении соединительнотканной прослойки, отделяющей предсердно-желудочковый пучок от миокарда межжелудочковой перегородки, и полиморфности изменений волокон Пуркинье (их диаметра, численности и размеров ядер, поперечной исчерченности волокон). К старческим преобразованиям соединительнотканной стромы сердца можно отнести разрастание эластических волокон, особенно выраженное в предсердиях, миокард которых не обеспечивает полностью необходимых механических свойств.

По поводу изменения коллагеновых волокон высказываются разные суждения. С одной стороны, их считают мало изменяющимися даже в 70—80 лет, с другой — отмечено уплотнение и утолщение коллагеновых волокон с возрастом. При этом содержащие коллаген створки клапанов грубеют, смыкание их нарушается, створки клапанов кальцифицируются. Если в 20—30 лет коллаген составляет 57% веса сухой и обезжиренной ткани клапанов, а эластин 10%, то с возрастом содержание коллагена неуклонно снижается, а эластин несколько повышается. В аортальном и трехстворчатом клапанах это происходит раньше, чем в митральном.

С возрастом в тканях сердца откладывается сердечный коллоид — метаболически инертные гликопротеиновые комплексы. В гипертрофированных сердцах эти отложения более значительны. Следовательно, образование сердечного коллоида зависит не только от возраста, но и от уровня функциональной нагрузки сердца. Одним из признаков старения клетки служит также отложение пигмента — липофуцина.

Изменения артерий сердца с возрастом характеризуются огрублением волокнистой стромы их стенок. Сосуды становятся извилистыми. Отмечено расширение субэндокардиальных артерий.

Половые различия размеров сердца определяются половым диморфизмом веса тела и темпов созревания организма. В среднем у мальчиков вес сердца больше, чем у девочек. Это соотношение формируется к 16 годам, а в 13—14 лет вес сердца больше у девочек.

**Индивидуальные, конституциональные и межпопуляционные отличия.** Индивидуальная изменчивость размеров сердца значительна



(рис. IX.2). Она проявляется и в период внутриутробного развития при сравнении эмбрионов и плодов одной теменно-копчиковой длины и одного возраста. У детей и взрослых колебания размеров сердца во многом определяются различиями веса тела. Корреляция веса тела с размерами сердца взрослого человека имеет среднюю интенсивность. Коэффициенты корреляции составляют: 0,57 — для поперечника сердца, 0,59 — для его веса, 0,64 — для объема. На размеры сердца влияет тип телосложения человека: площадь фронтальной поверхности сердца (по измерениям на рентгенограммах) наименьшая у подростков астеноидного типа, средняя — при торакальном соматотипе и наибольшая при мышечном и дигестивном соматотипе, по схеме Штефко — Островского. Объем сердца у подростков при мышечном типе телосложения больше, чем при торакальном.

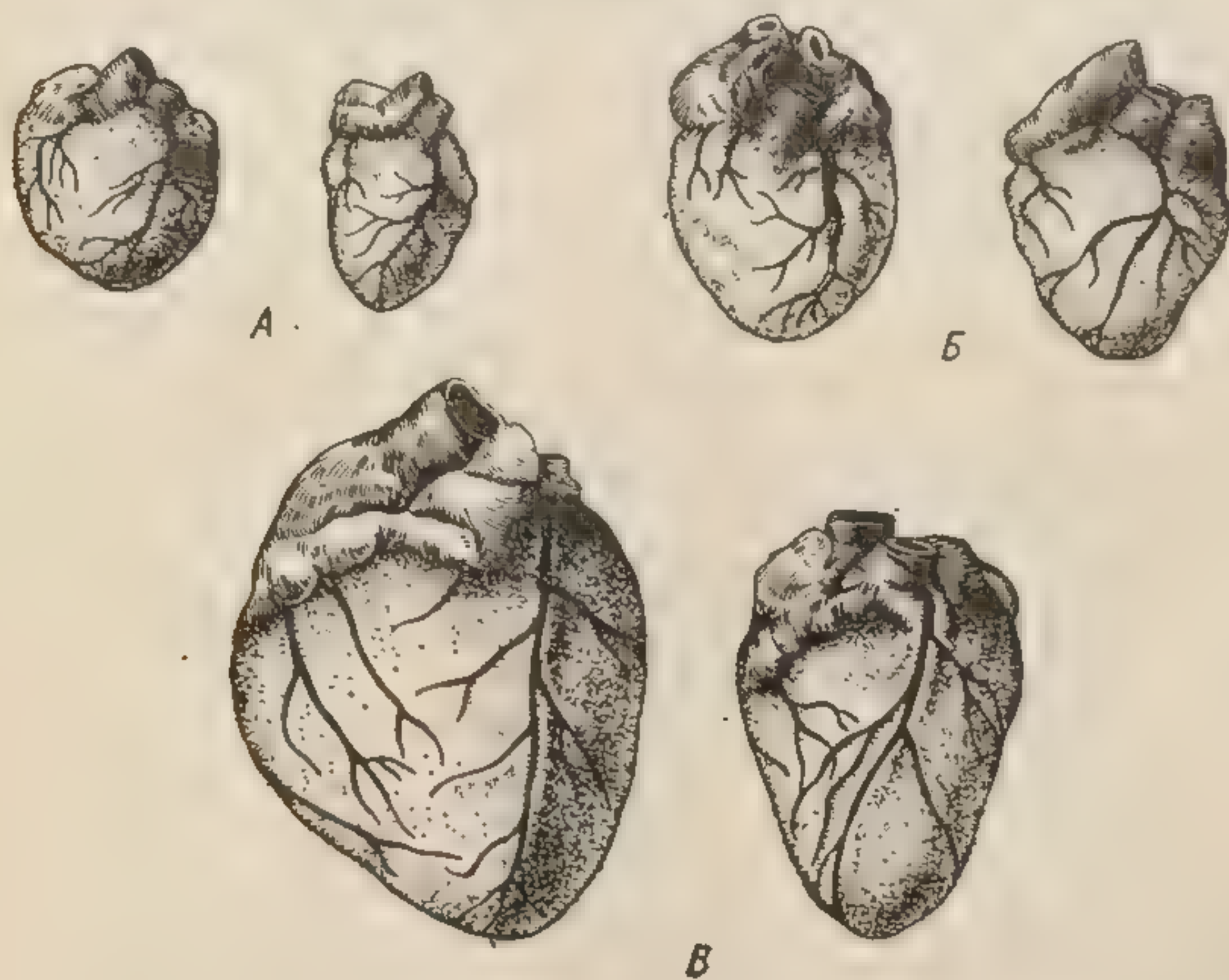


Рис. IX.2. Изменчивость формы и размеров сердца детей:  
А — плоды 8 мес; Б — мальчики 3 мес; В — мальчики 5 лет  
(по Пузик, 1948)

В основе межпопуляционных вариаций величины сердца лежат от-  
личия размеров тела и физической нагруженности организма. Послед-  
ние и определяют межпопуляционные вариации размеров сердца. Срав-  
нение и определяют межпопуляционные вариации размеров сердца. Срав-  
нение североамериканских белых и негров при одинаковом весе тела  
не выявило различия в весе сердца. Негры Уганды и жители Ямайки  
негроидного происхождения имеют вес сердца ниже европейских стан-  
дартов: в Уганде 267 г у мужчин и 226 г у женщин, на Ямайке соот-  
ветственно 294 и 258 г. Это объясняется низким весом тела исследо-  
ванных негроидных групп: 56,1 кг (мужчины Ямайки) и 51,2 кг (жен-  
щины Ямайки).

В деталях анатомического строения сердца по одним признакам  
межпопуляционные различия выявляются, по другим — нет. Так, срав-  
нение белого и негритянского населения США показало одинаковую  
частоту правостороннего типа кровоснабжения сердца. Однако в ко-  
личестве разветвлений венечных артерий у белых и негров установле-  
ны различия: у последних интенсивность кровоснабжения сердечной



мышцы больше. Это может быть связано с различиями физической нагрузженности организма.

**Сердце при физической нагрузке.** Гиперфункция сердца ведет к увеличению его размеров вследствие гипертрофии миокарда и расширения (дилатации) камер сердца. Считается, что гипертрофия миокарда — неотъемлемая особенность сердца спортсмена, однако у одних она выражена незначительно и не выявляется методами рентгенодиагностики и электрофизиологии, тогда как у других достигает ощутимых значений. Гипертрофия миокарда выражена больше у спортсменов, тренирующихся на выносливость (марафонцы, лыжники и др.), и меньше у тех, кто развивает силу и ловкость (гимнасты, акробаты, тяжелоатлеты и др.). Если вес сердца не занимающихся спортом людей составляет в среднем 300 г, то у спортсменов он увеличивается до 500. При этом поперечник мышечных клеток (миоцитов) расширяется до 25—35 мкм. Происходит также увеличение размеров ядер. Резкая гипертрофия мышечных клеток способна нарушить их функцию из-за несоответствия объема клетки и площади ее поверхности.

Согласно представлениям, развиваемым в последние годы Ф. З. Мерсоном, сердце с резкой гипертрофией миокарда обладает меньшей биологической надежностью. Оптимальная адаптация достигается при наименьших структурных перестройках, но наибольших функциональных возможностях сердечной мышцы. Происходит избирательное увеличение структур, осуществляющих управление, транспорт ионов и энергообеспечение мышечного сокращения. Умеренная гипертрофия миокарда сопровождается повышением мощности адренэргической иннервации, улучшением капилляризации мышечной ткани, большим содержанием миоглобина, накоплением мембранных структур сарколеммы и саркоплазматического ретикулула и т. д.

Изменение ультраструктур и обменных процессов в миокарде проявляется в том, что при однократной «острой» физической нагрузке у животных происходит истощение запасов гликогена в мышечных клетках при активизации работы митохондрий. Однако при хронических нагрузках, сопровождаемых нарастанием тренированности, происходит уменьшение активности окислительных ферментов, свидетельствующее о совершенствовании сократительной функции. Тренированность понижает восприимчивость миокарда к катехоламинам.

#### АРТЕРИИ

Артерии являются активными путями кровотока, дающими при сокращении мышечного слоя их стенки дополнительную энергию для продвижения крови.

Диаметр артерий широко варьирует. Можно выделить главные стволы с просветом 28—30 мм (аорта, легочный ствол), артерии промежуточного калибра 13,5 мм (плечеголовной ствол) и шесть типов артерий среднего диаметра: I — 8,0 мм (общая сонная), II — 6,0 (плечевая), III — 5,0 (локтевая), IV — 3,5 (височная), V — 2,0 (задняя ушная), VI — 0,5—1 мм (надглазничная).

Строение стенки артерии соответствует общему плану строения сосудов (см. выше). Указанные три оболочки четко дифференцируются, в артериях разного типа их устройство неодинаково. Средняя оболочка артерии эластического типа содержит слой эластических пластин, к которым крепятся гладкомышечные клетки, ориентированные под углом 30—50° к длиннику сосуда. Пластины соединяются друг с другом коллагеновыми и эластическими волокнами. Внутренняя эластическая мем-



брана представлена концентрическими слоями толстых эластических волокон. Вместе с тем в артериях мышечного типа наружная эластическая мембрана недоразвита, соединительный каркас средней оболочки выражен слабо, его основу составляют гладкомышечные волокна.

Особенности хода и разветвления артерий во многом обусловлены характером гидродинамики сосудистого русла. Так, анализ очертания внутреннего контура дуги аорты показывает его комбинацию из отрезков дуг разного радиуса. Подобный профиль кривизны значительно уменьшает сопротивление при движении жидкости. Ветви, отходящие от дуги аорты, начинаются от наружного изгиба, где при завороте потока крови создается зона повышенного давления.

Важную роль в кровотоке играет угол отхождения артерии от основного ствола. Чем больше угол, тем медленнее кровоток в артерии.

Коэффициент сопротивления току крови (в отличие от тока воды или растворов) зависит от диаметра сосуда, снижаясь при его уменьшении. При этом форменные элементы крови оттесняются от стенки сосуда, где образуется «смазывающий» слой чистой плазмы с вязкостью, в несколько раз меньшей, чем у цельной крови.

Ход артерий подчиняется анатомическим законам, установленным П. Ф. Лесгафтом: 1) все главные артериальные стволы располагаются на сгибательной поверхности тела и конечностей; 2) артерии делятся и следуют соответственно костной основе конечностей, соединяясь на периферии дугообразными анастомозами; 3) от артерий по закону кратчайшего расстояния отходят ветви к разным анатомическим образованиям, входя в них с внутренней стороны; 4) в подвижных местах артерии образуют обходные пути кровотока в виде сетей, лежащих на тыльной поверхности сустава и развитых тем лучше, чем больше подвижность в суставе; 5) в выступающих участках тела имеются артериальные дуги, обеспечиваемые, по меньшей мере, двумя источниками кровоснабжения.

Ангиоархитектоника органа определяется особенностями его строения, развития и функционирования.

В настоящее время выделяются два крайних типа кровоснабжения: лептоареальный (область обеспечения сравнительно узкая) и эвриареальный (широкая). Ветвление артерий имеет магистральный (по ходу сосуда) или рассыпной характер.

**Зависимость от возраста и пола.** Формирование оболочек стенки в разных артериях и в разном возрасте происходит неравномерно. Так, в подключичной артерии толщина внутренней оболочки (интимы) увеличивается к 16 годам более чем в 10 раз по сравнению с новорожденным, а в общей подвздошной артерии — почти в 8 раз. Средняя оболочка подключичной артерии за то же время утолщается менее чем в 2 раза, а в общей подвздошной артерии более чем в 9 раз.

Таблица IX.1

Толщина стенки артерий у детей, мм (по Krogmann, 1941)

Сосуд	Возраст в годах						
	1—2	3—4	5—6	7—8	9—10	11—13	14—16
Легочный ствол . . . . .	0,79	0,91	0,66	0,72	1,16	1,07	1,01
Восходящая аорта . . . . .	0,83	1,14	1,23	1,36	1,39	1,49	1,41
Общая сонная артерия . . . . .	0,55	0,59	0,60	0,89	0,79	0,90	0,90

Развитие артерий после рождения проявляется в утолщении стенки (табл. IX.1) и увеличении просвета сосудов. Формирование стенки ар-



тернии происходит в среднем до 12 лет. В период от 12 до 30 лет ее конструкция стабилизируется.

**Старение сосудов.** В механизмах старческих преобразований органов состояние артериального русла играет важную роль. Недаром существует афоризм: «Возраст человека определяется возрастом его артерий».

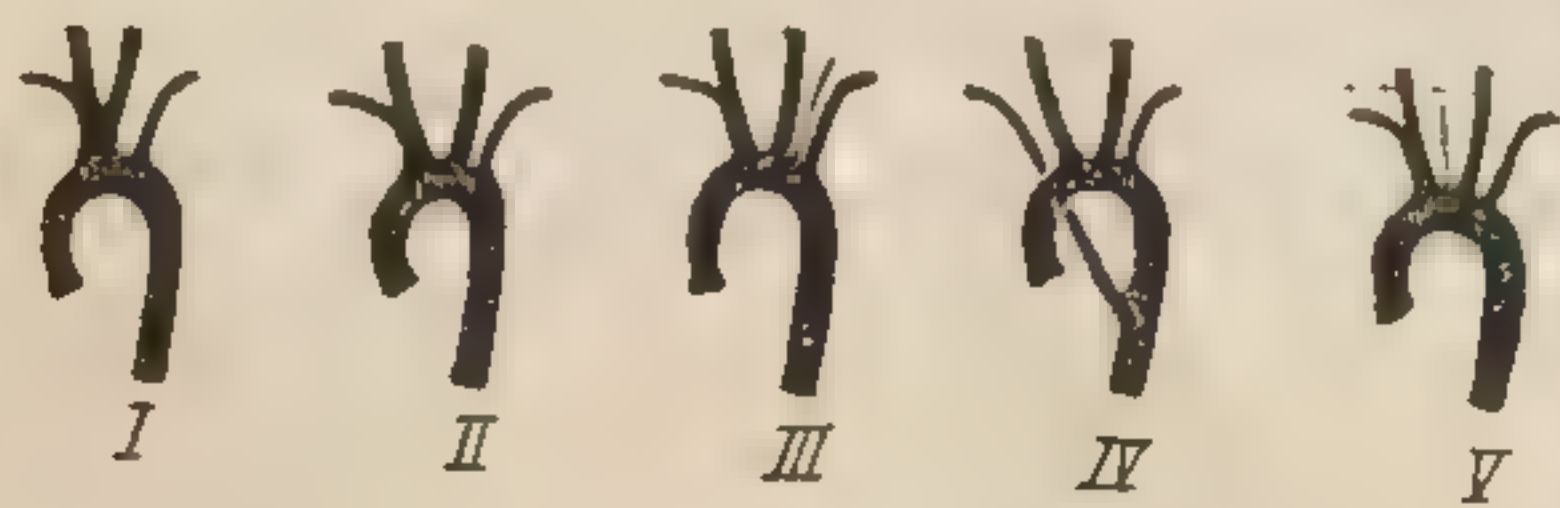
Можно выделить несколько признаков старения артерий: 1) увеличение емкости артериального русла за счет извилистости сосудов; 2) гипертрофия интимы, охватывающая все ее компоненты (в венечных артериях сердца отношение внутренней оболочки сердца к средней повышается от 3:4 в 40 лет до 5:6 в 50 лет и 1:1 в последующем возрасте), при этом гиперпластические процессы в интиме сочетаются с деструктивными; 3) изменение строения и расположения эндотелиальных клеток — черепицеобразное наложение клеток друг на друга с образованием промежутков между ними и частичной дегенерацией; 4) уменьшение количества фибробластов и тучных клеток (в адвентиции брюшной аорты количество последних снижается от 2000 на 1 мм<sup>2</sup> ткани в 20—40 лет до 1364 в 60—80 лет); 5) неравномерное повышение содержания коллагена в некоторых участках стенки (новообразованные атеросклеротические бляшки содержат коллагена на 50% больше, чем интима); длина и диаметр коллагеновых волокон увеличиваются.

**Варианты ветвления артерий.** Хотя частоты тех или иных вариантов ветвления в разных популяциях отличаются не очень резко и данных подобного рода крайне мало, нет сомнения, что эти особенности фенотипа выявляют определенное генотипическое своеобразие популяции и поэтому важны для современной антропологии и антропогенетики.

Рассмотрим для примера характер отхождения артерий от центрального и периферического сосудов — дуги аорты и бедренной артерии.

Выделяют пять основных типов отхождения ветвей от дуги аорты (рис. IX. 3). Первый характеризуется отхождением правой подключичной и обеих общих сонных артерий одним стволом и отдельно левой подключичной артерии. Второй — отхождением общим стволом правых подключичной и общей сонной артерии, тогда как две другие артерии отходят самостоятельно. Третий тип отличается от второго тем, что левая позвоночная артерия начинается от дуги аорты (а не от левой подключичной). Для четвертого типа характерно начало правой подключичной артерии от грудной аорты. Наконец, пятому типу свойственно отхождение нижней щитовидной артерии от дуги аорты.

Рис. IX.3. Варианты отхождения сосудов от дуги аорты (Loth, 1931)



Рассматриваемые варианты закладываются в период эмбриогенеза и поэтому не подвергаются изменениям с возрастом. Половые отличия, их частоты в литературе не описаны, тогда как этнотерриториальные особенности изучены достаточно подробно.

Данные табл. IX.2 свидетельствуют о присущих отдельным этническим группам особенностях начала артерий от дуги аорты. Чаше встречаются II и I типы (см. рис. IX.3), III и IV типы более редки, и по их частоте разные этнические группы более сходны. Негры США и Западной Африки (Берег Слоновой Кости) существенно различаются по рас-



пределению I и II типов ветвления артерий. У негров США чаще, чем в других группах, отмечен V тип.

Типы отхождения артерий от дуги аорты в разных этнических группах, %

Группа	Автор и год	I	II	III	IV	V
Англичане, $n = 712$	Loth, 1931	10,7	82,9	5,8	0,2	0,4
Японцы, $n = 516$	то же	10,9	83,3	4,8	0,2	0,4
Негры США, $n = 278$	»	3,4	78,0	1,2—5,2	0,4—3,0	4,6
Негры Западной Африки, $n = 161$	Le Guyadez, Sollasol, 1966	40,4	53,5	2,5	1,2	0,6
Американцы (сборная группа), $n = 100$	Bosniak, 1964	14,0	69,0	6,0	1,0	—
Американцы (сборная группа), $n = 1000$	Liechy, 1957	27,1	64,9	2,5	0,5	0,6

У антропоморфных обезьян также преобладают I и II типы отхождения сосудов от дуги аорты. Наиболее близки к современному человеку горилла и шимпанзе.

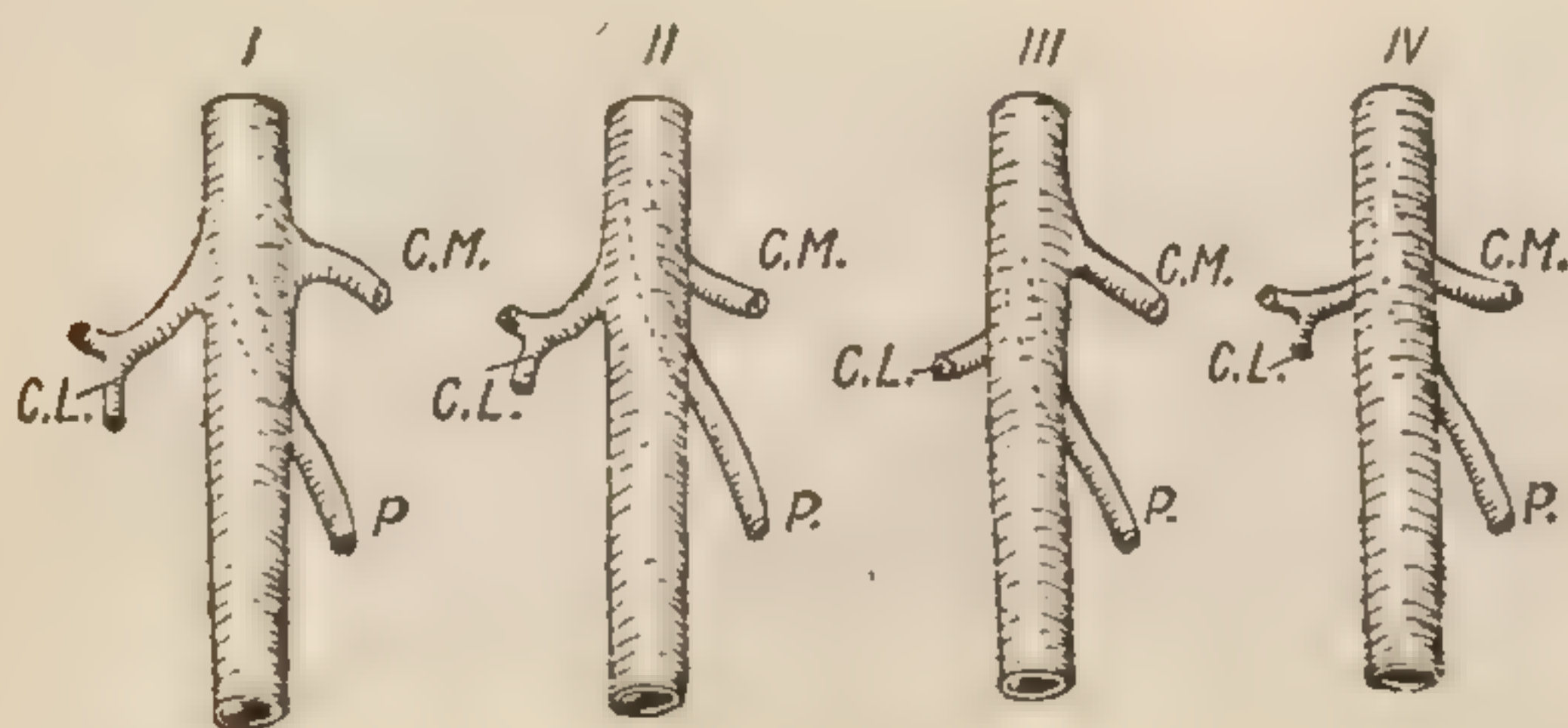


Рис. IX.4. Варианты ветвления бедренной артерии (по Loth, 1931);

P. — глубокая артерия бедра; C. M. — медиальная артерия, огибающая бедренную кость; C. L. — латеральная артерия, огибающая бедренную кость

Описаны четыре типа ветвления бедренной артерии (рис. IX.4). Первый характеризуется самостоятельным отхождением глубокой артерии бедра, медиальной и латеральной артерии, огибающих бедренную кость. У второго типа медиальная артерия отходит от глубокой артерии бедра, у третьего — от латеральной артерии, огибающей бедро. У четвертого типа все три артерии отходят общим стволом. Независимое отхождение каждой из указанных артерий встречается с определенной частотой в разных этнических группах (табл. IX.3).

Сравнение сборных европеоидной и японской групп показало одинаковую частоту самостоятельного начала латеральной артерии, огибающей бедренную кость, и глубокой артерии бедра. Однако медиальная артерия, огибающая бедренную кость, отходит самостоятельно от бедренной артерии достоверно чаще у европеоидов.



Сборные европеоидная и японская группы достоверно отличаются по частоте встречаемости III (чаще у европеоидов) и IV (чаще у японцев) типов. По этим анатомическим особенностям негры и японцы более сходны между собой, чем с европеоидами. Различий между рассмотренными этническими группами по частоте встречаемости отдельных вариантов ветвей бедренной артерии меньше, чем дуги аорты. На-

Таблица IX.3

Частота самостоятельного отхождения артерий от бедренной артерии, %

Группа	Автор и год	Артерии, огибающие бедренную кость		Глубокая артерия бедра
		медиальная	латеральная	
Европеоиды (сборная группа), $n = 827$	Loth, 1931	$26,5 \pm 1,53$	$18,0 \pm 1,34$	$4,4 \pm 0,71$
Японцы (сборная группа), $n = 367$	то же	$19,1 \pm 2,05$	$18,3 \pm 2,02$	$4,6 \pm 1,1$
Французы, $n = 70$	Videan, 1965	25,5	16,0	1,5
Китайцы (сборная группа), $n = 580$	Chang Shih—hsi, 1958	15,7	16,0	3,9

более часто для всех этнических групп встречается такой вариант комбинированного отхождения артерий, при котором медиальная и латеральная артерии начинаются от глубокой артерии бедра.

#### ВЕНЫ

Венозное русло в организме обладает большей вместимостью, чем артериальное. Отношение диаметра приносящих артерий и выносящих вен составляет в легких 1:1,1, в селезенке — 1:1,6, в почке — 1:1,8. С этим связаны различия кровяного давления, которое в венах оказывается ниже, чем в артериях.

Особенности строения стенки венозных сосудов зависят от того, лежат ли вены ниже или выше сердца. В первом случае движение крови идет против силы тяжести и для нормального кровотока необходимо давление выше атмосферного. Поэтому в стенке этих вен средний слой развит лучше, чем в сосудах, лежащих выше сердца, где давление ниже атмосферного.

По строению среднего слоя выделяют четыре типа вен. Вены первого типа (внутренняя и наружная яремные вены, внутренняя грудная и вены полости черепа) лишены гладкомышечных элементов, но содержат коллагеновые и эластические волокна. В венах второго типа (верхних конечностей и лица) имеется круговой гладкомышечный слой, а снаружи от него — продольно идущие пучки коллагеновых волокон. В стенках вен третьего типа (в нижней полой, непарной, полунепарной, почечной, внутренней семенной) средняя оболочка содержит продольно расположенный слой мышечных клеток и лежащие внутри циркулярные и эластические волокна. Вены четвертого типа (нижних конечностей) имеют в своем среднем слое как круговые, так и продольные мышечные клетки. Их стенки толстые и содержат мало коллагеновых и эластических волокон.

Верхняя полая вена и ее притоки приближаются по особенностям строения стенки к сосудам эластического типа, нижняя полая вена и ее притоки — к сосудам мышечного типа. В последнем случае морфологические отличия оболочек стенки выступают более четко.

Для предотвращения обратного тока крови внутренняя оболочка вен образует выступающие в полость сосуда складки — клапаны.



Створки клапанов располагаются обычно друг против друга. Соприкасаясь краями, они могут перекрывать кровоток. Створки на месте впадения одной вены в другую устроены так, что одна находится на главном стволе ниже устья, а другая — в приточной вене. Это препятствует обратному току крови в главной вене. Число венозных клапанов постоянно. Их нет в легочных, верхней полой, мозговых и некоторых других венах.

Возрастные изменения вен имеют в целом тот же характер, что и артерий, но существуют и определенные различия. При малочислотности в стенке мышечных элементов в ходе старения происходит уплотнение околосоудистой соединительной ткани. Отмечены диффузные или локальные утолщения внутренней оболочки, обычно в основании клапанов или местах слияния вен. Внутренняя эластическая мембрана постепенно истончается и выпрямляется. Изменения стенки наряду с нарушениями оттока крови ведут к деформации вен, образованию вздутий (варикозных расширений).

Типы ветвления вен представляют интерес при межпупляционных и межвидовых сопоставлениях. Рассмотрим это для воротной вены и периферических подкожных вен предплечья. Воротная вена образуется при слиянии верхней и нижней брыжеечных, а также селезеночной вен (рис. IX.5). Выделяют три варианта начала воротной вены: I — нижняя брыжеечная вена вливается в верхнюю; II — нижняя брыжеечная вена вливается в селезеночную; III — нижняя брыжеечная вена впадает в место слияния верхней брыжеечной и селезеночной вен. В европеоидных группах (русские, французы), в отличие от монголоидных (китайцы), чаще встречается I тип формирования воротной вены и реже II (табл. IX.4).

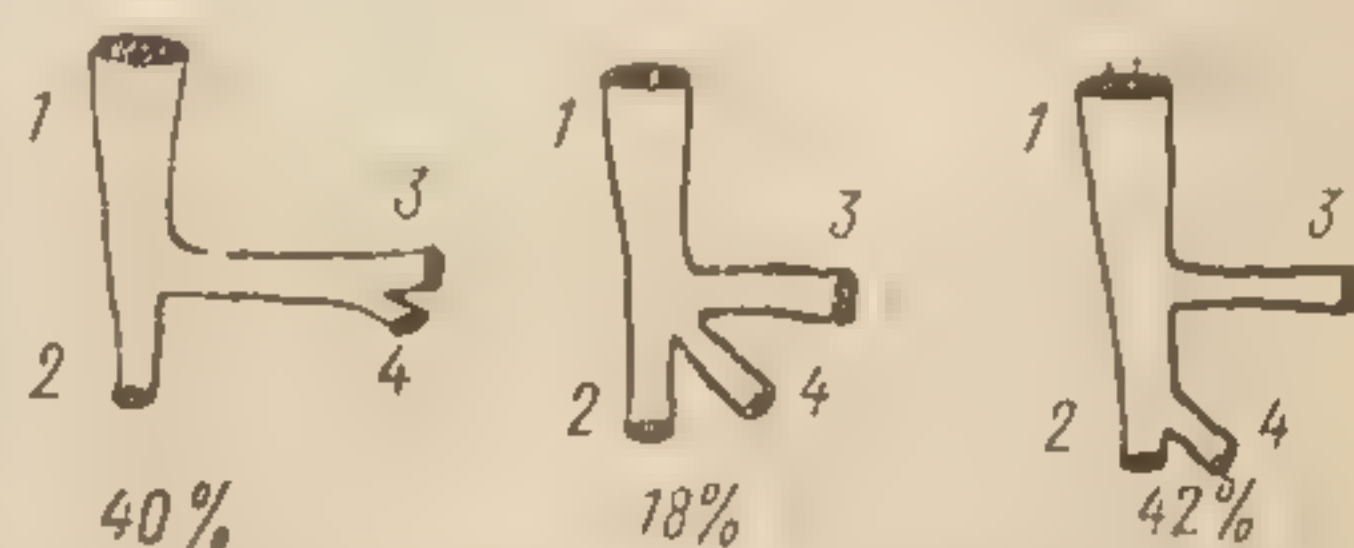


Рис. IX.5. Варианты формирования воротной вены (по Barry et al., 1968):

1 — воротная вена; 2 — верхняя брыжеечная вена; 3 — селезеночная вена; 4 — нижняя брыжеечная вена

Таблица IX.4

Частота встречаемости типов формирования воротной вены, %

Группа	Автор и год	I	II	III
Русские, $n = 98$	Карпова и др., 1967	48,0	47,0	5,0
	Barry et al., 1968	43,0	40,0	18,0
	Wang Li-shin et al., 1966	39,0	55,0	6,0
Французы (сборная группа), $n = 495$	Den Dopium, 1965	34,2	51,7	14,2
Китайцы, $n = 100$				
Китайцы, $n = 120$				

С учетом расположения левой желудочной вены возможна более подробная типология корней воротной вены (рис. IX.6). Она учитывает не только ход брыжеечных и селезеночных вен, но и место впадения вены в селезеночную (55%), воротную вену (38%) или место слияния верхней брыжеечной и селезеночной вен (6,1%). У приматов левая желудочная вена во всех случаях впадала в воротную.

Ход внепеченочной части воротной вены по-разному соотносится с направлением нижней полой вены. Разделяют четыре варианта взаи-



отношения этих сосудов (рис. IX.7): 1 — воротная вена пересекает нижнюю полую своим средним сегментом (тип «X»), 2 — с нижней

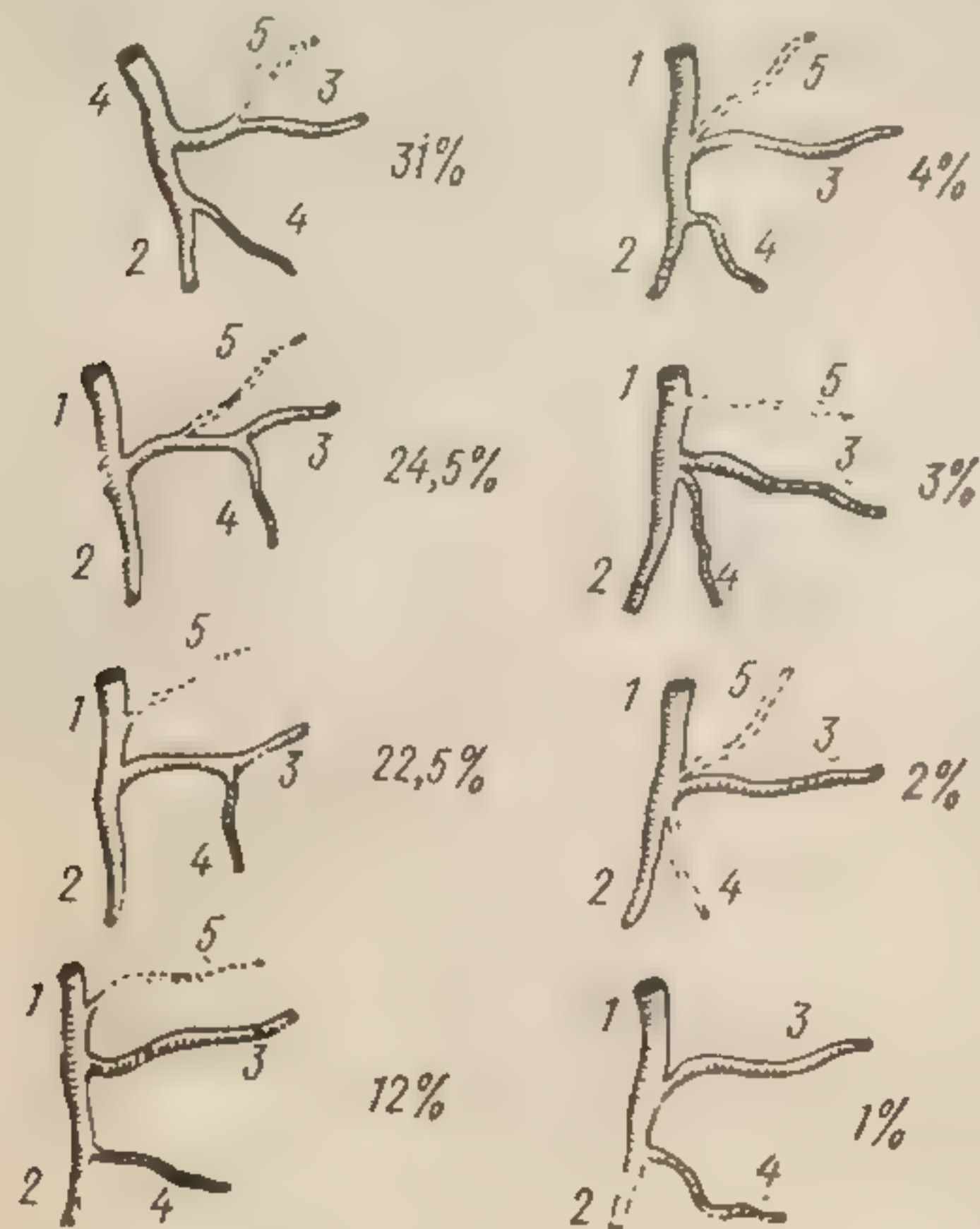


Рис. IX.6. Варианты формирования воротной вены и их сравнительная частота (по Карповой с сотр., 1967): 1 — воротная вена; 2 — верхняя брыжеечная вена; 3 — селезеночная вена; 4 — нижняя брыжеечная вена; 5 — левая желудочная вена

полной веной пересекается верхний сегмент воротной вены (тип «А»), 3 — вены располагаются параллельно (тип «I»), 4 — нижнюю полую вену пересекает нижний сегмент воротной вены (тип «Y»). Уровень начала воротной вены зависит от пропорций тела человека. При брахиморфных пропорциях он находится у начальной части тела поджелудочной железы в 78,5% случаев, в концевой части головки — в 21,5%; для людей мезоморфных пропорций частота этих вариантов иная: 59,4 и 40,6% случаев.

В печени воротная вена делится на правую и левую ветви. Существует положительная корреляция между диаметрами этих ветвей и корней воротной вены: для правой ветви и верхней брыжеечной вены  $r=0,86 \pm 0,06$ ; для левой ветви и селезеночной вены  $r=0,82 \pm 0,08$ . Меньшая интенсивность корреляции установлена при перекрестных сочетаниях.

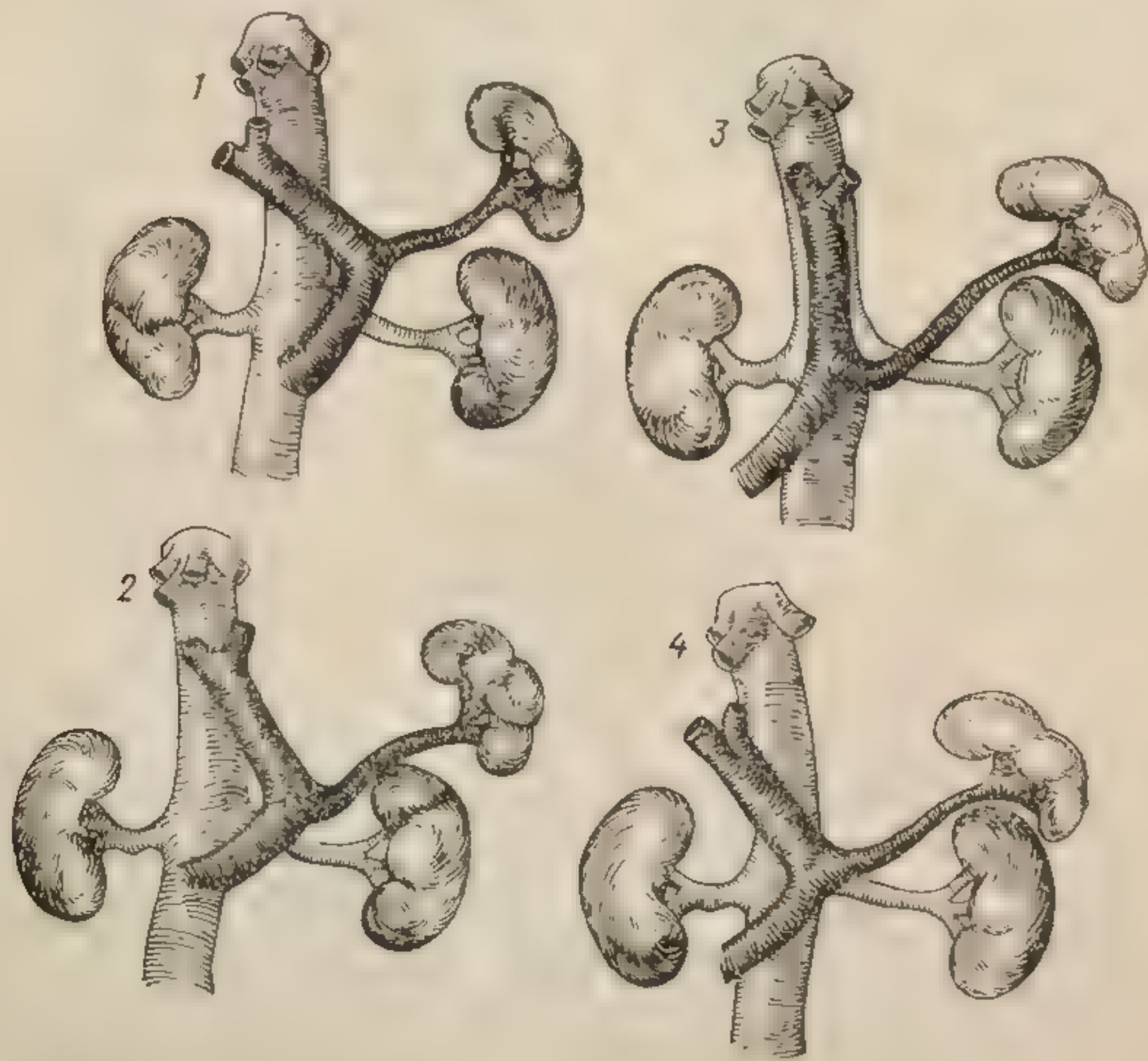


Рис. IX.7. Варианты топографических взаимоотношений воротной вены и нижней полую вены (по Nicolis, 1963)



В литературе не существует, к сожалению, общепринятой типологии вен предплечья в локтевой ямке. В руководствах описываются медиальная и латеральная («головная») подкожные вены руки, связывающая их промежуточная вена локтя и впадающая в нее промежуточная вена предплечья. Этот классический вариант (тип «М») встречается редко. Так, у поляков он отмечен в 4,0% случаев. У жителей Западной Африки на долю этого и близкого ему варианта с равномерным развитием медиальной и латеральной подкожных вен руки и промежуточной вены предплечья (тип «У») пришлось 38,0% случаев. Преобладают варианты (у поляков — в 85,9% случаев, у негров Западной Африки — в 62,0%) с недоразвитием системы латеральной подкожной вены, когда отток венозной крови происходит главным образом по медиальной подкожной вене руки (рис. IX.8, В и Г).

Итак, встречаемость отдельных вариантов строения сосудистой системы неодинакова в разных группах населения, так же как неодинаковы антропометрические показатели и признаки внешнего строения.

#### СИСТЕМА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

Учение о микроциркуляции — движении крови на границе артериальной и венозной систем — новый раздел ангиологии, получивший официальное признание лишь в 1954 г., когда в США была проведена I научная конференция по этой проблеме.

Согласно В. В. Куприянову, в общий план строения системы микроциркуляции входят не только пути крово- и лимфотока (см. с. 229), но и пути внесосудистой и субмикроскопической циркуляции.

Система микроциркуляции «вставлена» в сосудистом русле между артериальным и венозным его отделами. Ее компоненты выполняют функции приноса и распределения крови (артериолы и прекапилляры), функции приноса и распределения крови (артериолы и прекапилляры), дренажа и депонирования (посткапилляры и венулы). К микроциркуляторному руслу относятся артериоло-венулярные анастомозы, служащие для сброса артериальной крови в вены, минуя капилляры. Поэтому ток крови по микроциркуляторному руслу может осуществляться при активизации процессов обмена внекапиллярно (для регуляции гемодинамического равновесия).

Начальный отдел системы микроциркуляции — артериола. Это тонкостенная трубочка, выстланная эндотелием и имеющая однослой-

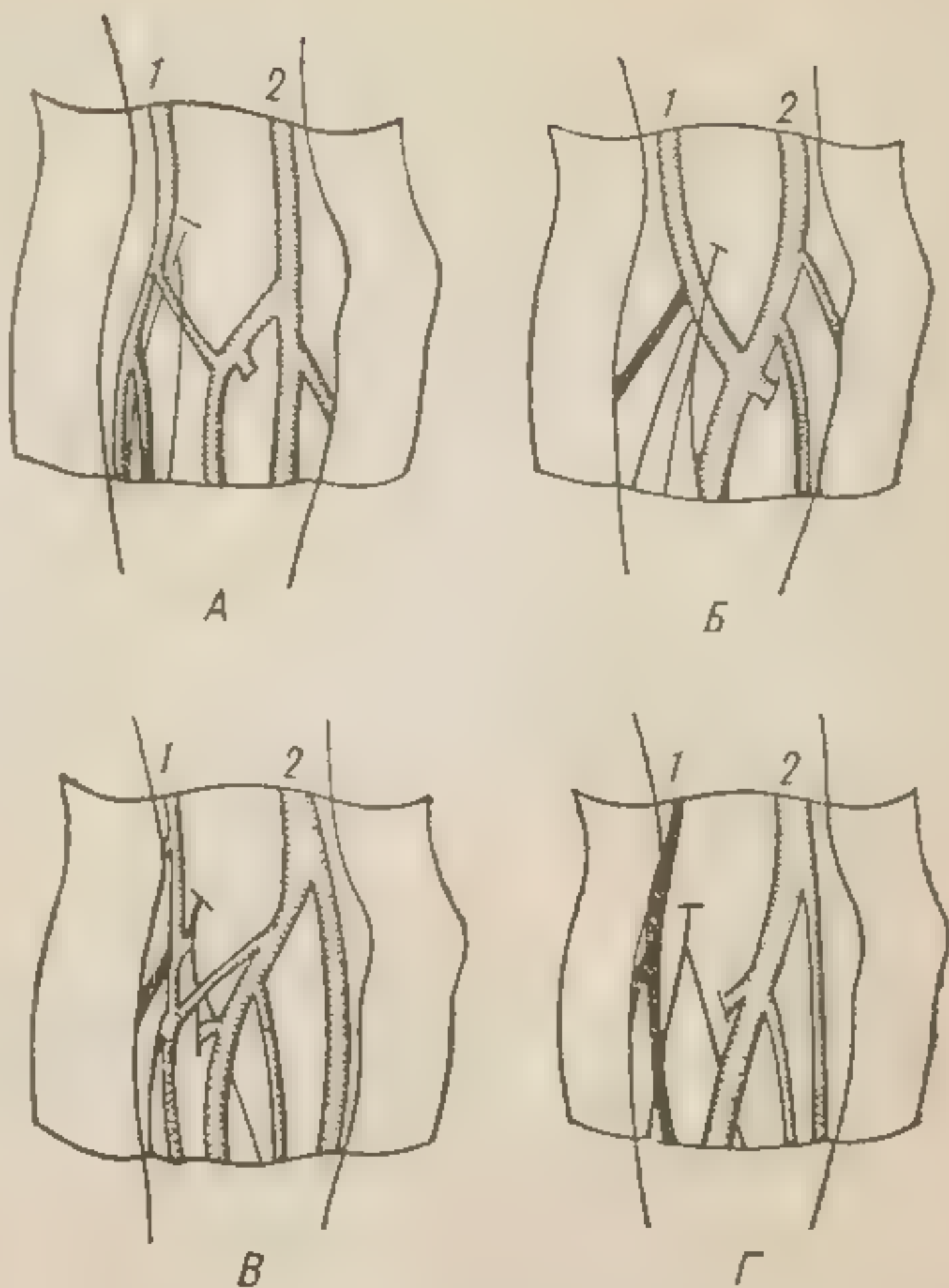


Рис. IX.8. Типы расположения подкожных вен локтевого сгиба у африканцев (по Sohler et al., 1964):

1 — латеральная подкожная вена руки; 2 — медиальная подкожная вена руки.

А, Б — варианты равномерного развития этих вен; В, Г — недоразвитие латеральной подкожной вены руки



ную мышечную оболочку. Мышечные клетки располагаются спирально, под углом к продольной оси артериолы. Если этот угол меньше  $45^\circ$ , то при мышечном сокращении сосуд становится короче и шире. Чаше угол превышает  $45^\circ$ , поэтому обычно сокращение мышечных клеток ведет к сужению артериолы. Периферическое сопротивление кровотоку зависит в основном от сокращения артериол, а также прекапилляров.

Эндотелий артериол и прекапилляров, как и крупных сосудов, образован клетками — эндотелиоцитами. Электронномикроскопически у эндотелиоцитов установлены базальные выросты, образующие с мышечными клетками мноэндотелиальные контакты. Они обеспечивают, по-видимому, местную регуляцию сократительной деятельности. В месте отхождения прекапилляров от артериол или прекапилляров клетки могут формировать сфинктеры, управляющие капиллярным кровотоком. Мышечные клетки располагаются здесь циркулярно, обеспечивая констрикторную деятельность, многие из них имеют контакт с эндотелиоцитами.

Диаметр капилляров соответствует размерам клеток крови и в среднем составляет 7—10 мкм. При перемещении по капилляру эритроциты деформируются с увеличением площади поверхности, что может иметь определенное физиологическое значение для газообмена. В отличие от прекапилляров капилляры лишены мышечной оболочки. Эндотелий прилегает к базальной мембране, кнаружи от которой располагаются веретенообразные клетки — пернициты. Основная функция капилляров и прекапилляров, лишенных сплошного покрытия гладкомышечными клетками, — участие в процессах обмена. Это происходит благодаря субмикроскопической циркуляции — переносу веществ из крови в окружающие ткани. При переносе посредством микропиноцитозных везикул объем этих пузырьков, образующих иногда цепочки, достигает 18% объема цитоплазмы. Иногда в эндотелиальной выстилке капилляров описывают отверстия — поры, играющие роль в транс-эндотелиальном обмене. Кровеносный капилляр с циркулирующей в нем кровью и окружающие участки соединительной ткани образуют морфофункциональную единицу — капиллярно-соединительнотканную структуру, выполняющую трофическую и защитно-барьерную функции. Направление и интенсивность обмена в системе капилляр — окружающая ткань зависит от соотношения следующих сил: давления крови на стенку (гидростатического), онкотического давления белков крови, внутритканевого давления, онкотического давления в тканях.

Обменная функция капилляров изучена лучше, чем транспортная. Отсутствие собственных мышечных элементов уменьшает способность активно влиять на кровоток. Однако эндотелиоцитам свойственна возможность регулирования просвета путем «набухания» и «отбухания» клеток, хотя эти процессы совершаются столь медленно, что их трудно связать с функцией регуляции кровотока и реологическими особенностями.

Венозный отдел микроциркуляторного русла включает посткапиллярные венулы (посткапилляры) и венулы. В посткапиллярах еще нет мышечной оболочки, хотя соединительнотканые структуры выражены. Эндотелиоциты в венозном отделе имеют более округлую форму. Этот отдел микроциркуляторного русла выполняет коллекторную и обменную функции. В посткапиллярах микропиноцитозные пузырьки имеют большие размеры, чем в капиллярах. Встречаются здесь и внутриэндотелиальные поры. Посткапилляры сливаются в венулы, постепенно увеличивающиеся в диаметре. Когда их просвет достигает 50 мкм, в стенке появляются гладкомышечные клетки.

Различия  
имеет морфологию  
эндотелиальных  
стенки имеют  
проницаемость  
наличием  
возможности  
определения

## ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лимфатическая система  
сосудистая система  
но, в крупных  
ры (лимфатическая)  
токи и лимфатическая  
ким содержанием

Функции  
эвакуаторная  
тическая  
способны  
белки, и  
эвакуируются  
хотя в  
включены  
белковые

Отто  
голови,  
ному пр  
ренней  
сти и п  
протоку  
ней яре

Лимфатическая  
лимфатическая  
сокой и  
очищен  
стности  
лочки,  
эт них  
кринна

В  
лишен  
рицит  
ворси  
ляров  
в осно

Э  
выра  
пузы  
эндо  
пино  
ской  
сосу



Различие проницаемости капилляров и венул в разных органах имеет морфологические причины. В капиллярах мышц пористость эндотелиальной выстилки не установлена, с ее отсутствием связывают сравнительно низкую проницаемость. В клубочках почки капиллярная стенка имеет сквозные поры, или фенестры, что обеспечивает высокую проницаемость. Синусоидные капилляры печени отличаются не только наличием пор, но и специфическим строением базальной мембраны. Возможности проницаемости здесь наибольшие, хотя существуют и определенные ограничительные механизмы.

## ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лимфатическая система образует дополнительное к кровеносному сосудистое русло. На периферии она замкнута, открывается центрально, в крупные вены шеи. Ее звеньями служат лимфатические капилляры (лимфокапиллярные сосуды), лимфатические сосуды, стволы, протоки и лимфатические узлы. Лимфатическая система заполнена жидким содержимым — лимфой.

Функции лимфатической системы многообразны: очистительная, эвакуаторная, барьерная, иммунозащитная, депонирующая, лимфопоэтическая. Лимфатические капилляры очищают ткани от продуктов, не способных проникнуть в кровеносные капилляры (высокомолекулярные белки, инородные частицы и т. п.). Эти ингредиенты с током лимфы эвакуируются в лимфатические сосуды, каждый из которых прерывается хотя бы в одном лимфатическом узле, где задерживаются некоторые включения. Узлы служат местом продукции лимфоцитов и защитных белковых веществ — антител, обеспечивающих процессы иммунитета.

Отток лимфы от  $\frac{3}{4}$  тела (нижней его половины, левой половины головы, шеи, грудной полости и левой верхней конечности) по грудному протоку происходит в место слияния левых, подключичной и внутренней яремной вен. От правой половины головы, шеи, грудной полости и правой верхней конечности лимфа по правому лимфатическому протоку поступает в место слияния правых подключичной и внутренней яремной вен.

**Лимфокапиллярные сосуды (лимфатические капилляры).** Диаметр лимфокапиллярных сосудов больше, чем кровеносных, и отличается высокой изменчивостью (10—200 мкм). Будучи дополнительными путями очищения тканей, лимфокапилляры представлены не везде. В частности, мозг, паренхима селезенки, эпителий кожи и слизистых оболочек, хрящи, склера и хрусталик глаза, а также плацента свободны от них. Их нет внутри долек печени, в островках Лангерганса (эндокринная часть поджелудочной железы) и в почечных тельцах.

В отличие от кровеносных капилляров лимфокапиллярные сосуды лишены базальной мембраны и сопутствующих капилляру клеток-перитониев, в них сохранен лишь слой эндотелиальных клеток. Микроворсинки последних (см. с. 211) длиннее, чем у кровеносных капилляров, и направлены не только в полость капилляра, но и наружу — в основное промежуточное вещество соединительной ткани.

Эндотелиальные клетки отличаются разнообразием формы, слабой выраженностью эндоплазматической сети, обилием пиноцитозных пузырьков, низкой электронно-оптической плотностью. Щели между эндотелиоцитами, достигающие 12 нм в ширину, наряду с процессом пиноцитоза обеспечивают поглощение частиц корнями лимфатической системы из окружающих тканей. Спадению лимфокапиллярных сосудов препятствуют тесно с ним связанные и выполняющие функцию



растяжек (как стропы у парашюта) соединительнотканые волокна. Лимфатические сосуды подразделяются на поверхностные и глубокие. В отличие от лимфокапиллярных сосудов в них имеются выросты эндотелия — клапаны, регулирующие лимфоток. В отличие от кровеносных сосудов для лимфатических характерна продольная волнистость, а крупные сосуды при растяжении приобретают форму четок. По строению стенки лимфатические сосуды делятся на мышцосодержащие (их большинство) и лишенные гладкомышечных элементов. Последние представляют собой эндотелиальные трубочки с соединительнотканым покрытием. В лимфатических сосудах мышечного типа гладкомышечных волокон содержится приблизительно столько же, сколько в артериях подобного диаметра, и значительно больше, чем в венах. Развитие мышечного слоя определяется положением сосуда и особенностями лимфотока в нем. В поверхностных сосудах плеча и предплечья он выражен слабее, чем в соответствующих сосудах бедра и голени.

Продвижению лимфы способствуют анастомозы между лимфатическими сосудами и приспособления для депонирования жидкости в виде легко увеличивающих свои емкости сосудистых сплетений. К числу факторов, обеспечивающих ток лимфы, можно также отнести энергию лимфообразования, обусловленную непрерывностью поступления жидкости из тканей тела в лимфокапиллярные сосуды, активное сокращение гладкомышечных элементов стенки, моторику тела, смещение внутренних органов, движение сердца, сосудов, присасывающее действие грудной клетки.

**Лимфатические стволы и протоки** по диаметру и толщине стенки превосходят лимфатические сосуды. В грудном протоке внутренняя оболочка содержит продольно ориентированные пучки мышечных волокон, в средней оболочке мышечный слой особенно хорошо развит и состоит из спирально и продольно расположенных волокон. Мышечный компонент стенки уменьшается снизу вверх (поэтому от места прохождения через диафрагму до устья стенка грудного протока делается вдвое тоньше). О собственных моторных возможностях лимфатических стволов и протоков свидетельствует богатство иннервационных аппаратов их стенки. Эффекторная иннервация грудного протока осуществляется постганглионарными (см. строение вегетативной нервной системы, с. 273) волокнами клеток симпатического ствола, расположенными в наружной оболочке протока. В стенке лимфатических сосудов, стволов и протоков располагаются и сосуды сосудов. Высказывается предположение о том, что благодаря их деятельности на путях продвижения лимфы ее концентрация может повышаться вследствие всасывания воды кровеносными капиллярами.

**Лимфатические узлы** образуют более 50 групп. Подразделяются на узлы тела (соматические), внутренностные (висцеральные) и смешанные (получают лимфу как от внутренностей, так и от органов движения). Вес ткани лимфатических узлов составляет один процент веса тела. Ту же величину получаем и при соотношении веса регионарных узлов к весу органа. Так, вес бронхолегочных (корневых) узлов составляет 0,15—0,92% веса легких, а средостенных — 0,23—1,9%. Вес лимфатических узлов в легких тесно коррелирует с возрастом:  $r=0,67—0,75$ .

Лимфатические узлы разных органов и частей тела имеют локальные различия, однако устроены по общему плану (рис. IX.9). Узел покрыт соединительнотканной капсулой, отдающей внутрь его перегородки — трабекулы. Паренхима узла образует корковое вещество, содер-



жащие лимфатические фолликулы, и мозговое вещество в виде мягкотяжелых. Капсула и трабекулы отделены от коркового и мозгового вещества (паренхимы узла) щелями — так называемыми синусами. В составе последних выделяют краевой (под капсулой), промежуточный (вдоль трабекул), воротный (у вдавления на поверхности узла, получившего название «ворот»). В краевой синус открываются приносящие, а из воротного синуса начинаются выносящие лимфатические сосуды. Корковое вещество в висцеральных лимфатических узлах занимает большую площадь, чем в соматических. Узлы различных групп отличаются и по своему клеточному составу. Материнских клеток (гематоцитобластов), определяющих интенсивность лимфопоэза, в молодом возрасте относительно больше в соматических узлах, в пожилом и старческом — в висцеральных.

Общий план строения лимфатического узла одинаков для человека и других млекопитающих (включая приматов).

**Возрастные изменения.** Лимфокапиллярные сосуды (лимфатические капилляры) образуются путем почкования от эндотелия существующих капилляров. Развитие лимфатического русла в органах связано с особенностями функционирования последних. В первые годы жизни капилляры относительно шире, а их резорбционная поверхность относительно больше, чем у взрослых. Это определяется необходимостью поглощения из основного вещества тканей белков в больших количествах, чем у взрослых.

Развитие лимфатических узлов начинается в конце второго месяца внутриутробной жизни. Лишь к 12 годам формируются основные структуры узла, хотя их перестройка не прекращается на протяжении жизни. Узлы разной локализации и разные их составные части образуются гетерохронно. Закладка узла у плода представлена сплетением первичных кровеносных и лимфатических сосудов с большим числом мезенхимальных клеток, преобразующихся позднее в ретикулярные и лимфоидные. Вслед за формированием краевого синуса и капсулы узла возникают другие его компоненты.

Корни лимфатической системы в пожилом и старческом возрасте подвергаются значительным изменениям в связи с уменьшением дисперсности белков крови, понижением гидрофильности основного вещества соединительной ткани и другими изменениями метаболизма. Капиллярное русло редуцируется, уменьшая резорбционную поверхность эндотелия и снижая поглощение из тканей белков, воды, кристаллоидов, инородных частиц, бактерий и т. п. Это проявляется разрежением лимфатических капилляров. Так, 1 мм<sup>2</sup> слизистой оболочки желудка на малой кривизне содержит в зрелом возрасте от 50 до 100 межжелезистых синусов, в пожилом возрасте их 20—30, у стариков и долгожителей лишь 15—25. По ходу лимфатических капилляров резкие расширения сменяются сужениями, вплоть до исчезновения внутреннего просвета.

Характерным для лимфатических сосудов у людей пожилого и

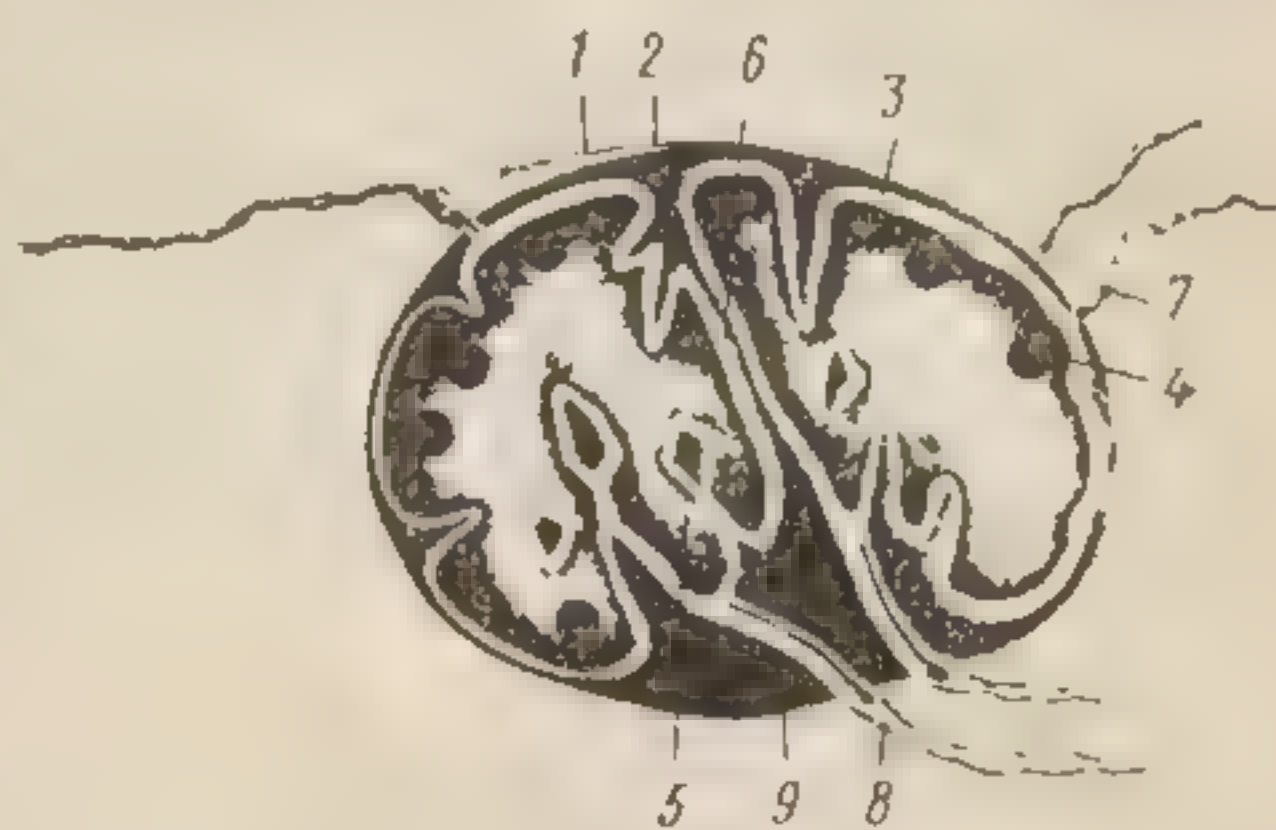


Рис. IX 9. Схема строения лимфатического узла (по Сапину с соавт., 1978): 1 — капсула; 2 — трабекулы; 3 — корковое вещество; 4 — фолликулы; 5 — мозговое вещество; 6 — синусы; 7 — приносящие лимфатические сосуды; 8 — выносящие лимфатические сосуды; 9 — ворота лимфатического узла



старческого возраста становится образование выпячиваний разной величины и формы (шаровидных, почковидных, булабовидных, грибовидных и др.). В местах выпячиваний мышечные элементы в стенке сосуда иногда отсутствуют, и соединительнотканная оболочка сосуда соприкасается с эндотелием. Указанные изменения лимфатических сосудов при старении, подробно изученные для печени, кишечника, яичника, яичка, легких, а также для предстательной железы и других органов, были названы старческим варикозом.

В процессе старения изменяются численность и размеры лимфатических узлов. Так, в старческом возрасте почти вдвое сравнительно с периодом зрелости уменьшается количество подмышечных узлов, меньше становится паховых узлов; их размеры увеличиваются, а форма из округлой, овальной или бобовидной превращается в сегментарную или лентовидную.

Изменение конструкции лимфатических узлов проявляется в ряде случаев разрастанием их соединительнотканной стромы, при этом лимфатическая ткань оттесняется к периферии, в сторону капсулы. Площадь, занимаемая соединительной тканью, в процентах площади среза на уровне ворот увеличивается в локтевых узлах от 28,5 в возрасте 22—35 лет до 41,2 — в 36—60 лет и до 49,9 — в 61 год и старше. То же характерно для других парietальных узлов. Однако в висцеральной ткани уменьшается в сравнении с периодом зрелости. Площадь коркового вещества также уменьшается, а мозгового увеличивается.

Характерным признаком старения лимфатических узлов служит превращение части ретикулярных клеток в жировые, ведущее к ограниченному замещению паренхимы узла жировой тканью. В подмышечных узлах это наблюдается после 40 лет. Инфильтрация жировой тканью может привести к деструкции капсулы узла. Изменение при старении клеточного состава лимфатических узлов проявляется нарастанием количества плазматических клеток, макрофагов и малых лимфоцитов. Снижение лимфопоэза и замедление лимфотока приводит к истончению мягкотных тяжей и коркового слоя лимфатических узлов, расширению промежуточных и воротных синусов.

**Индивидуальные, конституциональные, половые и межпопуляционные отличия.** Общий план строения лимфатической системы, соотношение ее звеньев, пути оттока сохраняются у всех этнических групп. Например, как у русских, так и у японцев редкостью является классический правый лимфатический проток. Чаще правые подключичные и яремные стволы самостоятельно открываются в крупные вены шеи. У тех и других лимфа от непарных органов брюшной полости чаще поступает в поясничные лимфатические узлы, реже через кишечный ствол она попадает в правый или левый поясничные стволы или цистерну грудного протока. Устанавливаемые «качественные» различия — во многом результат методических расхождений, несопоставимости критериев оценки, т. е. артефакты. Однако межпопуляционные отличия частоты встречаемости отдельных вариантов строения лимфатической системы (а также артериальной и венозной), несомненно, существуют. Так, по данным разных авторов, грудной проток в месте впадения в вены шеи представлен одним сосудом в 27,0—78,6% случаев, а несколькими стволиками — в 10,0—40,6% случаев.

При несомненных количественных расхождениях отчетливо преобладает первый тип строения. Это и понятно: множественность путей поступления лимфы из протока в вены шеи сопровождается повышением сопротивления лимфотоку. Д. А. Жданов установил зависимость фор-



мирования грудного протока от особенностей телосложения человека: цистерна грудного протока в месте его начала лучше выражена при брахиморфии, чем при долихоморфии. Это объясняется более низким уровнем начала протока у брахиморфных людей и, следовательно, активизирующим лимфоток влиянием диафрагмы при ее смещении в процессе дыхания. Пропорции тела влияют на численность и размеры лимфатических узлов: при долихоморфии (независимо от пола) паховых узлов больше, но они меньше по величине, чем при брахиморфии. Существенны также половые различия этих узлов: у мужчин их больше; меньше по величине, чем у мужчин. Половые отличия распространяются и на клеточный состав узлов, отражаясь на содержании лимфоцитов как зависимых от уровня половых гормонов клеток.

### КРОВЬ И ЛИМФА

Кровь — важный компонент внутренней среды организма — обеспечивает органы и ткани питательными веществами и кислородом. Значение крови определяется также тем, что через нее осуществляется гуморальная регуляция, связывающая воедино различные функции организма. Вместе с тем это своего рода зеркало, отражающее состояние внутренней среды и особенности жизнедеятельности организма.

Кровь выполняет в организме и другие функции: транспортную, экскреторную, поддержания водного баланса тканей, регуляцию температуры тела, защитную. Содержание крови в организме в условиях умеренного климата (европейцы) составляет 77,0—79,5 мл на 1 кг веса тела, в тропиках (население Индии) — 74,1—83,1 мл/кг (2,428 л на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела), причем у женщин-индианок содержание крови на единицу массы тела выше, чем у мужчин. Кровь содержит клеточный (элементы красной и белой крови) и жидкий (плазма) компоненты.

**Морфофункциональные особенности эритроцитов.** Средний диаметр эритроцитов у мужчин равен 7,52 мкм, у женщин — 7,54 мкм. Наибольший диаметр эритроцитов достигает 15,0—17,0 мкм. Средний объем эритроцита у мужчин — 85,0 мкм<sup>3</sup>, у женщин — 85,7 мкм<sup>3</sup>. Форма эритроцита дисковидная. Утрата характерной формы (приобретение сфероидности) сопровождается снижением устойчивости эритроцитов и нарушением их энергетического обмена. Нормализация обмена способствует возвращению к дисковидной форме эритроцитов.

Существует обратная связь между объемом и количеством эритроцитов: произведение объема клетки (в мкм<sup>3</sup>) на их количество (млн/мм<sup>3</sup>) у животных с легочным типом дыхания — число постоянное, близкое к 384. В нормальных условиях скорость движения эритроцита по артериальному колену капиллярной петли диаметром 12,2 мкм составляет 0,84 мм/с при максимуме 3,47 мм/с, а по венозному колену диаметром 15,2 мкм — всего 0,47 мм/с. С повышением объема эритроцита скорость его движения и пропускная способность капилляра должны уменьшиться, что накладывает ограничения на увеличение объема.

Дыхательная функция крови обеспечивается содержанием в эритроцитах дыхательного пигмента — гемоглобина. Содержание гемоглобина в эритроците зависит от площади его поверхности и объема. У млекопитающих отношение количества гемоглобина к единице поверхности постоянно и равно  $31,7 \times 10^{-14}$  на 1 мкм<sup>2</sup> (закон распределения гемоглобина).



В онтогенезе человека резкие сдвиги морфофизиологической характеристики эритроцитов наблюдаются при смене условий внутриутробной жизни с плацентарным кровообращением на внеутробные с легочным дыханием и кровообращением. Так, для новорожденных при сохранении типичной для внутриутробного развития картины крови характерно высокое содержание эритроцитов и гемоглобина; средний объем эритроцита и его насыщенность гемоглобином также значительны. Однако в первые месяцы после рождения показатели красной крови ухудшаются: гемоглобин снижается с 14,97 г. % в первый месяц до 11,97 г. % к третьему месяцу; за тот же срок содержание эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови уменьшается на 500 000. В последующем показатели красной крови постепенно улучшаются (рис. IX.10). Между 1,5 и 16—19

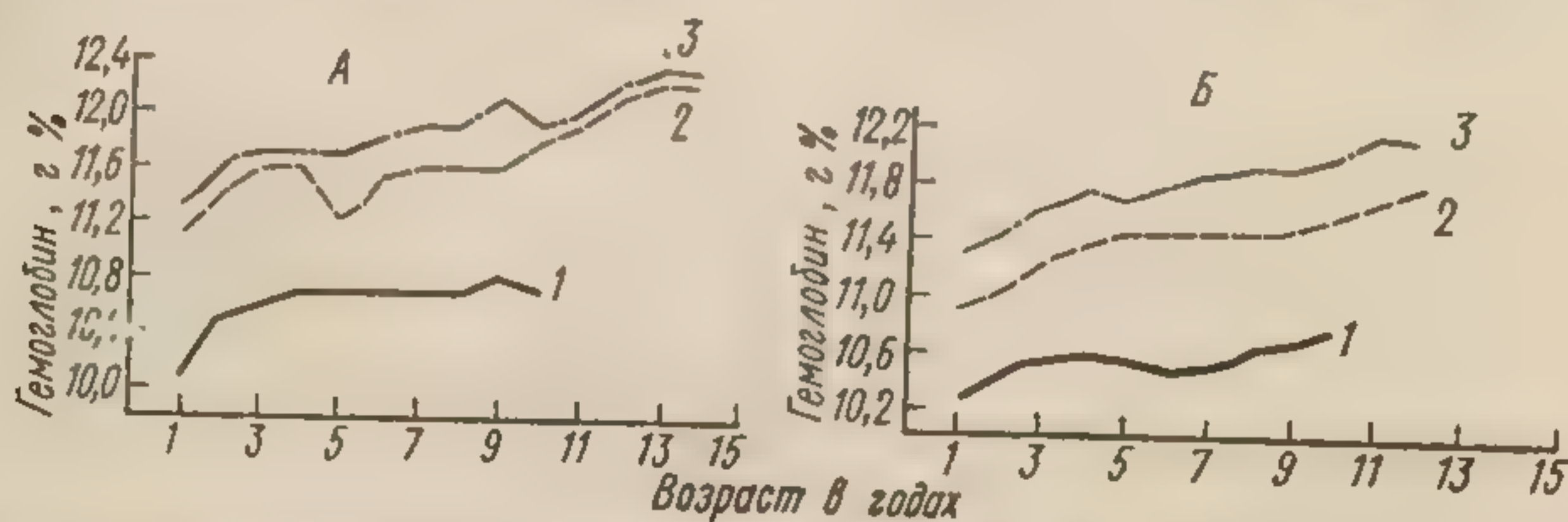


Рис. IX.10. Изменение с возрастом уровня гемоглобина у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по Никитюку, Николаевой)

годами жизни у мужчин уровень гемоглобина увеличивается от 12,3 до 15,55 г. %. Темп прироста гемоглобина зависит не только от хронологического, но и от биологического возраста и определяется условиями жизни, физической деятельности (см. ниже) и особенностями телосложения.

При старении уровень гемоглобина уменьшается. Старение эритроцитов сопровождается изменением некоторых физико-химических характеристик их поверхности.

**Морфофункциональные особенности лейкоцитов.** В 1 мм<sup>3</sup> крови здорового человека насчитывается от 6000 до 8000 лейкоцитов. Элементы белой крови морфологически и функционально неоднородны. Их соотношение описывается лейкоцитарной формулой. Для практически здорового человека содержание эозинофилов составляет 1,0—4,0%, базофилов — 0—0,5, палочкоядерных нейтрофилов — 2,0—5,0, сегментоядерных нейтрофилов — 55,0—68,0, лимфоцитов — 25,0—30,0, моноцитов — 6,0—8,0%. В абсолютных значениях в 1 мм<sup>3</sup> крови здорового человека содержится 100—250 эозинофилов, 20—80 базофилов, 180—400 палочкоядерных нейтрофилов, 3065—5600 сегментоядерных нейтрофилов, 1200—2800 лимфоцитов, 200—600 моноцитов. Отношение палочкоядерных нейтрофилов к сегментоядерным составляет в среднем 1:15.

Клетки белой крови отличаются размерами: базофилы имеют диаметр 10 мкм, нейтрофилы — 12, эозинофилы — 12—15, лимфоциты — 6—18, моноциты — 13—25 мкм. Относительные размеры ядра и его форма также различны. Круглое или овальное ядро лимфоцитов преобладает в размерах над площадью цитоплазмы. У нейтрофилов цитоплазма занимает большую площадь, чем ядро. Последнее у зрелых нейтрофилов имеет 3—4 сегмента. Клетки различаются особенностями цитоплазматических включений. Суммарное количество лейкоцитов и доля отдельных их форм изменяются с возрастом неоднозначно: численность лейкоцитов уменьшается между 1 и 15 годами (рис. IX.11).



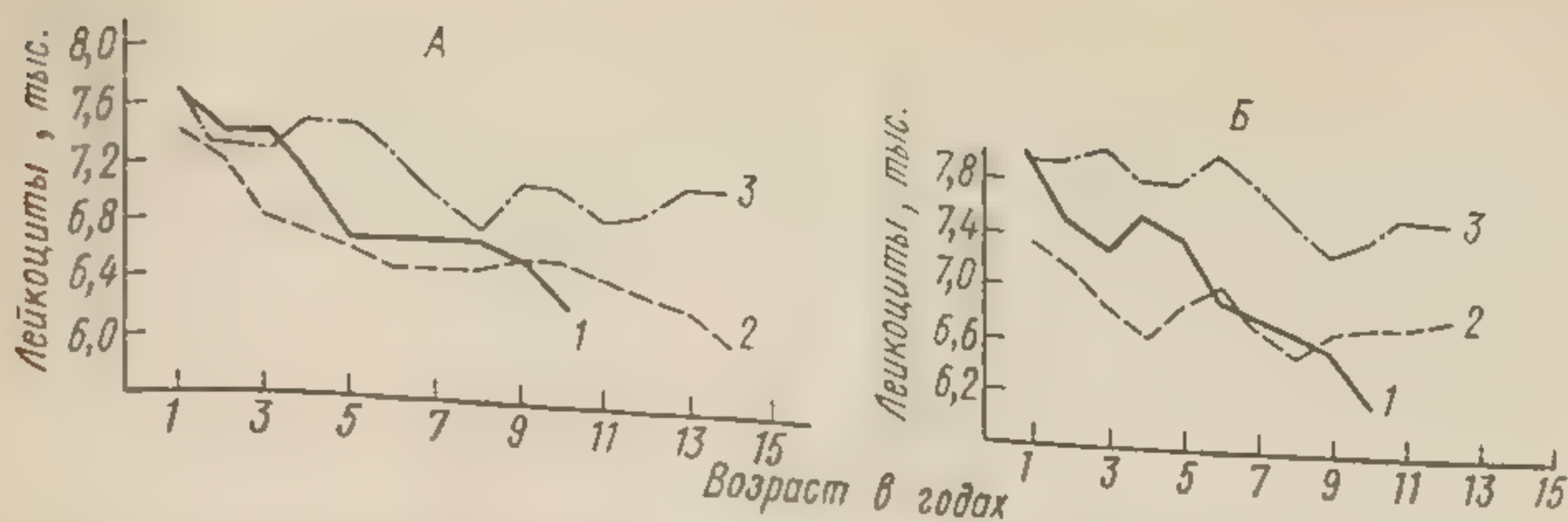


Рис. IX.11. Изменения с возрастом количества лейкоцитов крови у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по данным Никитюка, Николаевой)

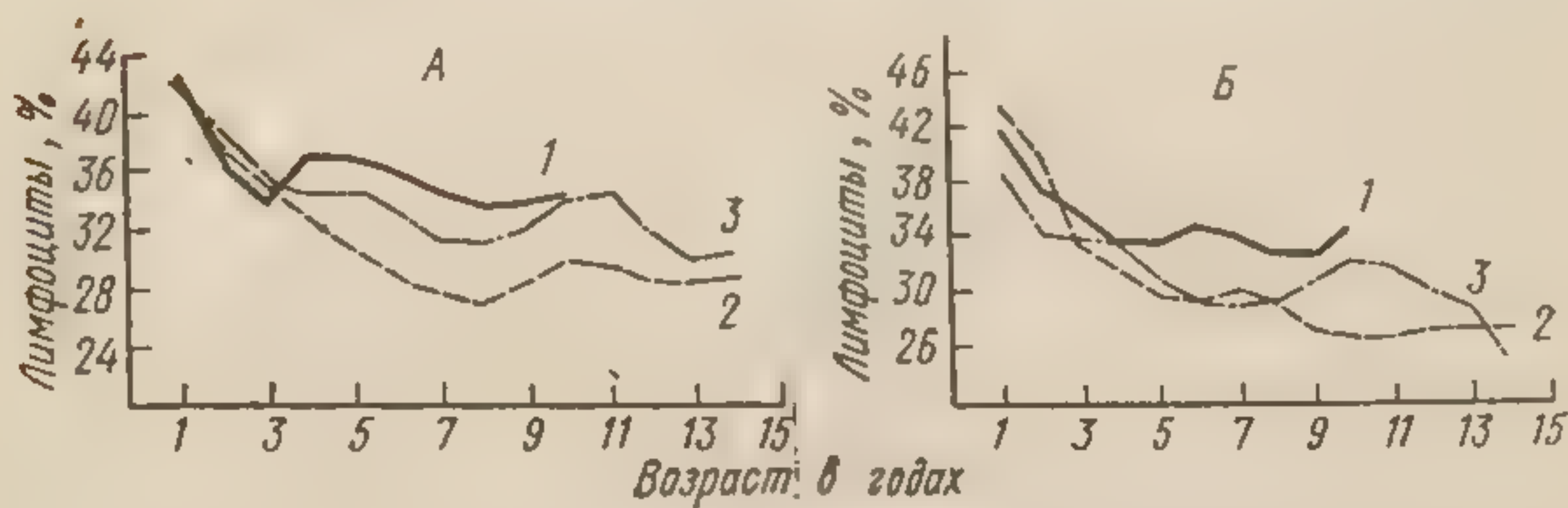


Рис. IX.12. Изменение с возрастом количества лимфоцитов крови у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по Никитюку, Николаевой)

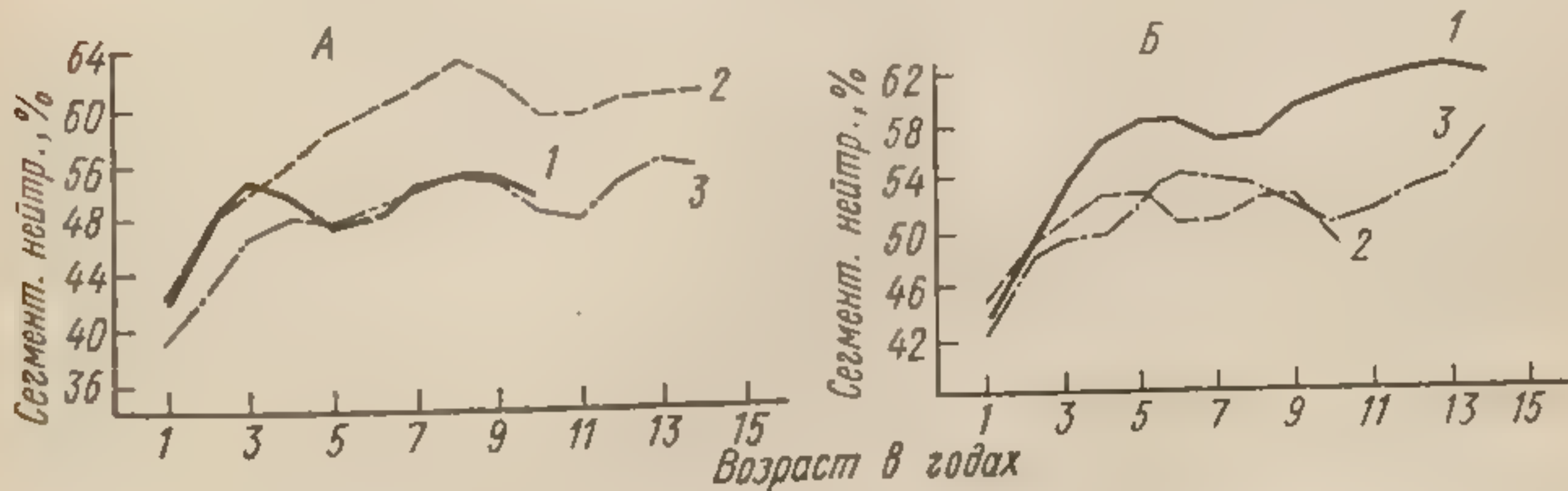


Рис. IX.13. Изменение с возрастом количества сегментоядерных нейтрофилов крови у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по Никитюку, Николаевой)

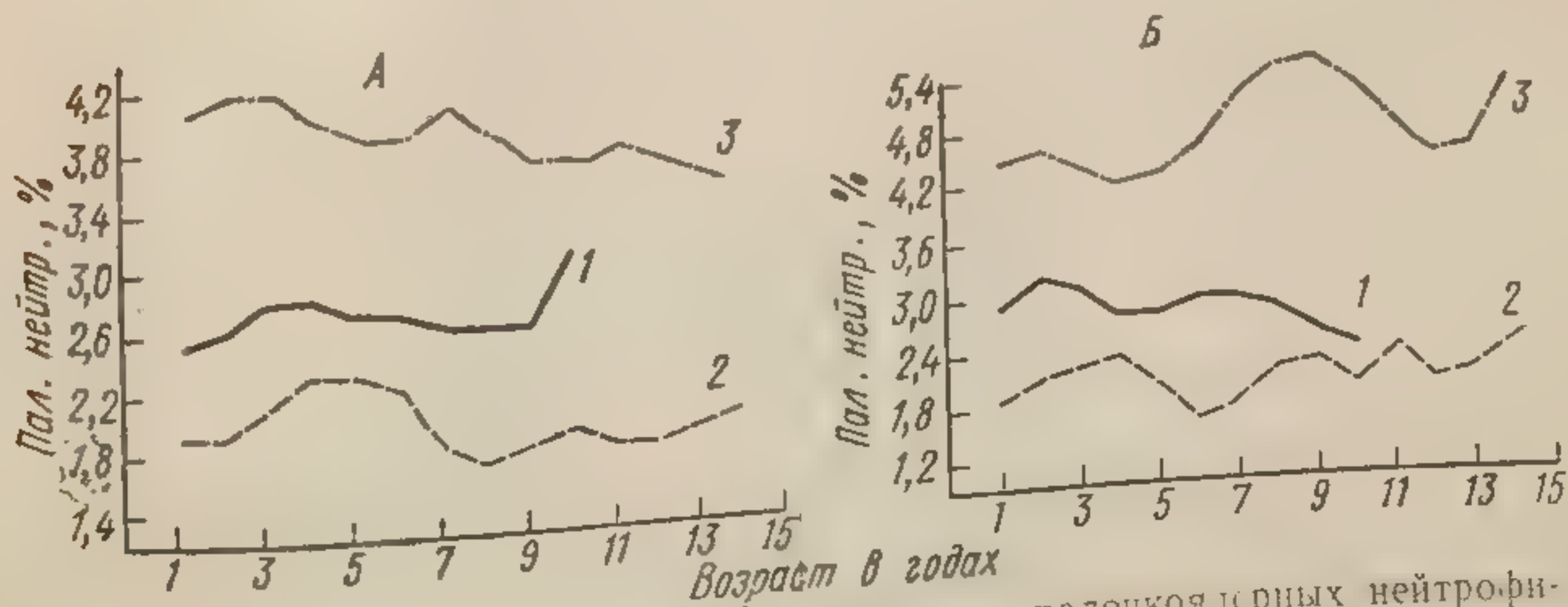


Рис. IX.14. Изменение с возрастом количества палочкоядерных нейтрофилов крови у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по Никитюку, Николаевой)



снижается также содержание лимфоцитов (рис. IX.12), сегментоядерных нейтрофилов делается больше (рис. IX.13). Палочкоядерные нейтрофилы относительно стабильны и показывают тенденцию к снижению численности лишь в определенные временные периоды (рис. IX.14). Содержание моноцитов после снижения к середине первого десятилетия жизни вновь повышается (рис. IX.15).

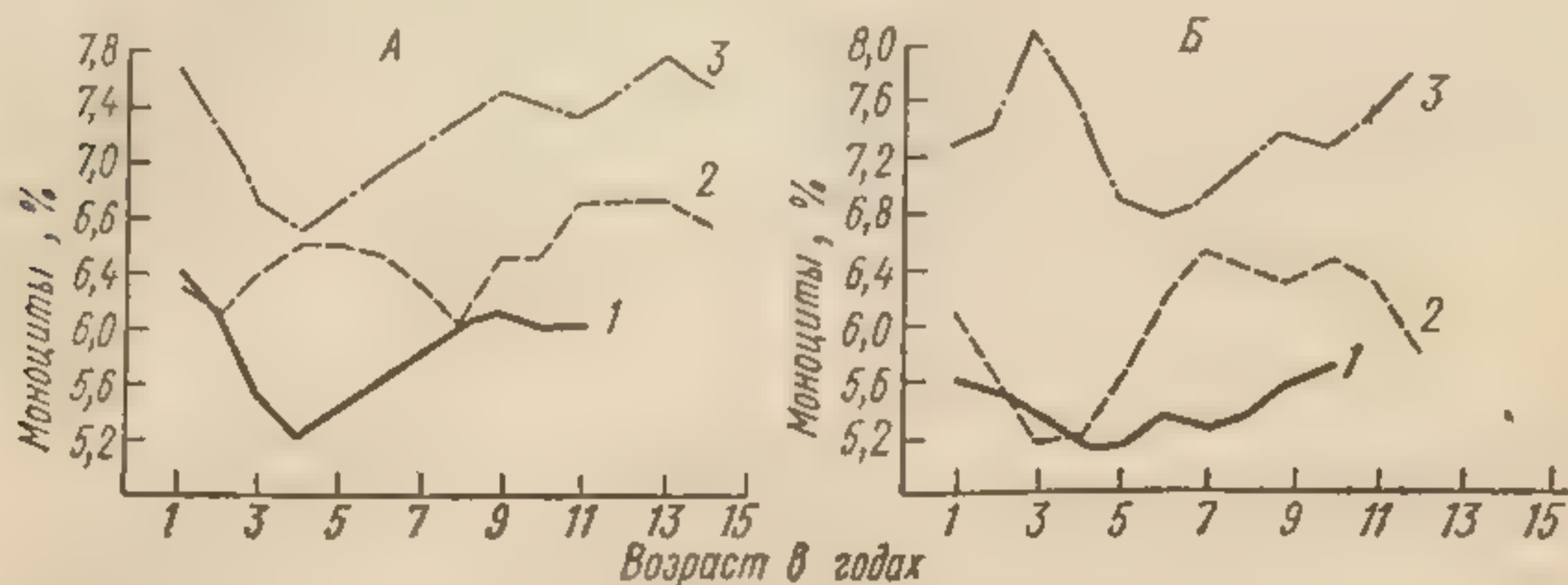


Рис. IX.15. Изменение с возрастом количества моноцитов крови у мальчиков (А) и девочек (Б) за 1955 (1), 1965 (2) и 1975 гг. (3) (по Никитюку, Николаевой)

**Лейкоцитарная формула** изменяется с возрастом (особенно у детей). У новорожденных основная часть лейкоцитов — нейтрофилы. Со второй недели после рождения преобладают лимфоциты и моноциты (мононуклеары). Со второго года жизни доля нейтрофилов повышается, мононуклеаров — понижается.

Фосфатазная активность нейтрофилов у детей до 10 лет достоверно выше, чем у взрослых. После 60 лет она снижается по сравнению с уровнем, характерным для людей зрелого возраста. С возрастом изменяется и функциональное состояние лейкоцитов: процент фагоцитирующих нейтрофилов уменьшается с 99,3 в 18—20 лет до 78,7 в 31—45 лет.

**Морфофункциональные особенности кровяных пластинок (тромбоцитов).** Эти элементы крови имеют дисковидную форму и диаметр в среднем от 2,0 до 5,0 мкм. Количество их варьирует от 200 до 400 тыс. в 1 мм<sup>3</sup> крови. 91—98% от общего числа тромбоцитов — зрелые формы (2,0—4,0 мкм в поперечнике). Одинаково редко (до 3,0—3,5% случаев) встречаются юные и старые (сморщенные) формы (0,5—2,5 мкм). Еще реже (до 2,5%) обнаруживаются вакуолизированные формы диаметром 2,5 мкм. Тромбоциты, увеличенные до 10,0—12,0 мкм, в норме отсутствуют. Содержание тромбоцитов в крови связано с концентрацией серотонина, который локализован в этих клетках. Количество серотонина и тромбоцитов в крови мало зависит от пола и возраста, хотя индивидуальные колебания весьма значительны.

Методом электронной микроскопии установлено, что тромбоциты окружены трехслойной мембраной толщиной 16 нм. Кнутри от нее находится плотная центральная (грануломер, хромомер) и нежная периферическая (гиаломер, гиалоплазма) части. Центральная состоит из отдельных гранул, среди которых выделены четыре разновидности, обозначаемые буквами греческого алфавита: α, β, γ и Δ. Существование Δ-гранул в последнее время оспаривается. Гиаломер образует от 1 до 10 отростков (псевдоподий). По мнению некоторых авторов, они обеспечивают передвижение тромбоцитов. Функционально грануломер считается ответственным за тромбоцитарный фактор свертывания крови, а гиаломер — за процесс ретракции кровяного сгустка. Электронно-микроскопически выделяют три типа кровяных пластинок: округлые



циркулирующие формы, звездчатые с большим числом отростков и распластанные, с широкой каемкой гиалоплазмы.

**Половые различия.** Для клеток красной крови различия между полу 5 и 19 годами выше у мужчин. При старении уровень гемоглобина у мужчин (например, у англичан и норвежцев) повышается, у женщин нарастает, поэтому с возрастом размах половых отличий уменьшается. Возрастные вариации общего числа лейкоцитов и доли отдельных их разновидностей у мужчин между 18 и 65 годами незначительны.

Для женщин характерно снижение числа нейтрофилов и лимфоцитов в постклимактерическом возрасте. По уровню лимфоцитов женщины после 18 лет уступают мужчинам, уровень нейтрофилов у них до климакса выше, а после ниже, чем у мужчин. Половые отличия присутствуют также и в энзиматическом профиле лейкоцитов: активность  $\beta$ -глюкоронидазы моноцитов выше у женщин; среди взрослых и в 10—13 лет активность щелочной фосфатазы нейтрофилов выше у женщин.

**Межпопуляционные различия.** При обследовании более 40 000 белых и негров из 10 штатов США от первых лет жизни до 90 лет показан более низкий уровень гемоглобина (в среднем на 1,0 г. %) у негров независимо от пола и возраста. Для жителей Австралии (Северный Квинсленд), европейцев по происхождению, уровень гемоглобина в крови составил 15,98 г. % (мужчины) и 13,80 г. % (женщины). У австралийских аборигенов эти показатели были ниже: в мужской группе — 15,09 г. %, в женской — 13,05 г. %. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у жителей тропиков выше, чем у европеоидов, что объясняется большим содержанием в сыворотке крови населения тропиков гамма-глобулина. Было показано, что африканцы-банту характеризуются пониженным содержанием базофилов крови (базопенией) сравнительно с европеоидами и метисами. По содержанию тромбоцитов африканцы (Нигерия) также отличаются от европеоидов. По сравнению с европеоидами, у которых уровень тромбоцитов был 313 290, у нигерийцев низкого и высокого имущественного положения он составил соответственно 186 740 и 218 100. В основе этнических различий лежат, без сомнения, как наследственные, так и экологические особенности изученных групп населения. Действие неблагоприятных факторов среды на организм понижает уровень гемоглобина, количество эритроцитов, изменяет лейкоцитарную формулу. Среди перечисленных этнических и расовых групп европеоиды занимают, как правило, более высокое материальное положение. Вероятно, в этом одна из ведущих причин указанных гематологических отличий. Соотношение наследственных и средовых влияний на систему крови требует более подробного рассмотрения.

**Роль наследственности в становлении и деятельности системы крови.** Роль факторов наследственности подтверждается наблюдениями на моно- и дизиготных близнецах с применением так называемого близнецового метода антропогенетики (см. гл. I). Лейкоцитарная формула обнаруживает среди монозиготных близнецов большие внутрипарные совпадения ( $r=0,802$ ), чем среди дизиготных ( $r=0,419$ ). То же характерно для красной крови. По содержанию гемоглобина в крови внутрипарная разность составила 0,72 г. % у монозиготных и 1,50 г. % у дизиготных близнецов.

**Реакция крови на физические нагрузки.** Значение системы крови при физических нагрузках многообразно. Прежде всего она должна обеспечить работающие органы кислородом и веществами — поставщиками энергии, удалив углекислоту и молочную кислоту. Кроме того,



с током крови происходит перенос гормонов, выработка которых усиливается при физических нагрузках, т. е. осуществляется гуморальная регуляция жизнедеятельности организма. Так, катехоламины связываются преимущественно с эритроцитами и белками плазмы, хотя адреналин и норадреналин существуют и в свободной несвязанной форме. Отмечено, что катехоламины крови реагируют на нагрузку по-разному в зависимости от состояния, в котором они находятся. После тяжелой силовой нагрузки содержание свободных катехоламинов остается повышенным, тогда как в эритроцитах их становится меньше.

Переносчиками кислорода в крови служат эритроциты и в меньшей степени тромбоциты. Нарастание содержания эритроцитов в крови после нагрузки объясняется перераспределением крови и выбросом депонированной крови с более высокой концентрацией эритроцитов. Продукция красной крови (эритропоэз) при физической работе уменьшается, а продолжительность жизни эритроцитов увеличивается. Если угнетение эритропоэза настолько значительно, что организм не может его компенсировать продлением срока жизни эритроцитов, содержание последних в крови падает.

При мышечных нагрузках повышается количество тромбоцитов (миогенный тромбоцитоз) и изменяется соотношение их форм. После продолжительной работы отмечено увеличение количества «распластанных» и уменьшение «нераспластанных» тромбоцитов.

Физические нагрузки повышают содержание лейкоцитов в крови (миогенный лейкоцитоз). При умеренной мышечной деятельности увеличивается количество лимфоцитов, при интенсивной мышечной работе нарастает число нейтрофилов с появлением юных форм и уменьшением содержания лимфоцитов. Причиной изменения белой крови может служить не только физическая нагрузка как таковая, но и отношение к ней организма как к стрессовому фактору.

**Временные (эпохальные) сдвиги гематологических характеристик.** Содержание клеток крови как в абсолютных, так и относительных значениях изменяется во времени. Это видно при сравнении возрастной ди-

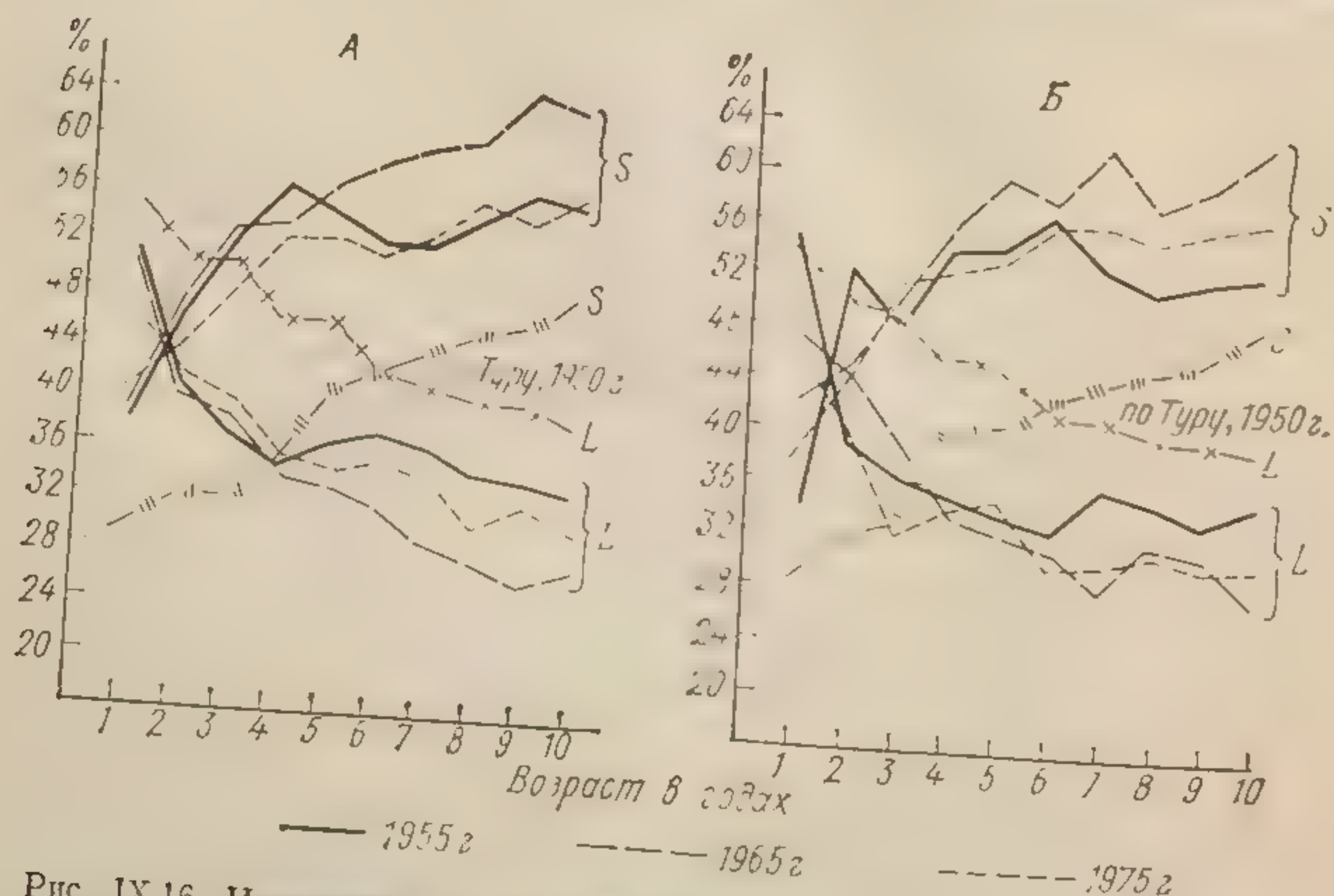


Рис. IX.16. Изменение с возрастом содержания сегментоядерных нейтрофилов (S) и лимфоцитов (L) у мальчиков (А) и девочек (Б) за разные годы



намики картины крови у детей за три последних десятилетия (1955—1965—1975 гг.) (см. рис. IX.10—IX.15). Середина 70-х гг. характеризовалась наибольшими значениями гемоглобина, содержания лейкоцитов, палочкоядерных нейтрофилов и моноцитов и относительно низким уровнем сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов. Для одних различия гематологических признаков невелики, а в последующем возрасте факторов среды усиливается, и поэтому в содержании лейкоцитов, сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов появляются значительные эпохальные отличия. Для других гематологических характеристик (см. рис. IX.11, IX.14, IX.15) эпохальные различия относительно неизменны на всем протяжении детства. Видимо, для гемоглобина, палочкоядерных нейтрофилов и моноцитов критический период развития приходится на более ранний возраст, чем для перечисленных ранее гематологических признаков. О временных изменениях системы крови свидетельствуют также сдвиги срока перекреста в содержании сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов: в 1955—1975 гг. он происходил на втором году жизни; а в первой половине нашего века, по данным А. Ф. Тура, — в возрасте 6 лет (рис. IX.16). Это подтверждает акцелерацию развития системы крови как одну из особенностей онтогенеза современных детей (подробнее об акцелерации развития см. гл. IV).

**Лимфа** — прозрачная жидкость, содержащая лимфоциты и небольшое количество эозинофилов и моноцитов. Ее белковый и клеточный состав сильно изменяется в процессе продвижения по лимфатической системе. Так, в периферических сосудах человека содержится 0,49—0,69% белка, преимущественно альбумина, в грудном протоке — от 2 до 4,5%. По клеточному составу Д. А. Жданов разделял лимфу на периферическую, бедную клетками, до ее прохождения через первый лимфатический узел, промежуточную и центральную, которая уже прошла через все узлы и до впадения в кровь уже не получит новых клеточных элементов из лимфоидной ткани. Последняя — это лимфа грудного и правого лимфатического протоков, в 1 мм<sup>3</sup> ее содержится от 2000 до 20 000 лимфоцитов и 500—12 250 прочих лейкоцитов. Возрастные изменения состава и количества лимфы у человека не исследованы, но у животных выработка ее в старости уменьшается. Д. И. Жданов высказывал мысль о существовании индивидуальных различий продукции и притока лимфы в кровяное русло.

#### КРОВЕТВОРНЫЕ ОРГАНЫ

К кроветворным органам относятся костный мозг, селезенка, лимфатические узлы, вилочковая железа и другие лимфоидные органы, печень (в эмбриональный период). Все они, за исключением костного мозга и селезенки, рассмотрены в соответствующих разделах руководства вместе с органами пищеварения, дыхательной и эндокринной системами.

Красный костный мозг у взрослого человека располагается в губчатом веществе плоских костей, телах позвонков, метафизах трубчатых костей. Он состоит из ретикулярной ткани, между клетками которой располагаются стволовые кроветворные клетки. Количество последних составляет 50 на каждые 10<sup>5</sup> клеток ретикулярной ткани. Развитие костного мозга и костной ткани взаимосвязано.

При диафизарном окостенении у эмбрионов человека в возрасте 10—11 нед в результате вставания эмбриональной соединительной тка-



ни, резорбирующей хрящ, в зачатках трубчатых костей образуются костномозговые пространства. Мезенхимные клетки, дифференцируясь, формируют ретикулярную ткань в виде синтиция. Среди клеточных элементов преобладают гемоцитобласты. Впоследствии параллельно нарастанию количества молодой кости, усилению васкуляризации хрящевых отделов трубчатых костей и расширению костномозговых пространств среди клеток костного мозга происходит накопление юных форм миелоидного, эритроидного и мегакариоцитарного рядов. У эмбриона в возрасте 20—22 нед среди клеток в костном мозге обнаруживается присутствие зрелых форм: в массе миелоидных элементов присутствуют гранулоциты нейтрофильной и эозинофильной форм, среди эритроидных элементов — эритробласты и эритроциты. Таким образом, гемопоэтическая функция костного мозга к моменту рождения человека развита достаточно для того, чтобы обеспечить переход организма от внутриутробного развития к постнатальной жизни.

У детей и подростков в возрасте 5—15 лет увеличивается емкость синусов костного мозга и губчатой костной ткани грудины и тел позвонков. Синусы приобретают овальную, круглую, грушевидную или вытянутую вдоль костных балок форму. Во всех возрастных группах детей различаются мелкие, средние и крупные синусы. Делящиеся клетки гранулобластического ряда располагаются вдоль мелких синусов, стенки которых сформированы из плоских эндотелиальных клеток. В местах «стыка» клеток их цитоплазма истончена. Не исключено, что такие участки служат для прохода зрелых клеток костного мозга. У годовалых детей в костном мозге в губчатой костной ткани отмечена тенденция к уменьшению количества миелобластов и увеличению числа гранулоцитов. В возрасте 3 лет у детей миелопоэз замедляется, а эритропоэз усиливается. В костном мозге грудины и позвонков 7—8-летних детей преобладают клетки гранулоцитарного ряда, а в возрасте 9—14 лет — эритроцитарного ряда. К 15 годам наблюдается усиленная пролиферация зрелых клеток красной и белой крови в мозге губчатых костей. Она обусловлена, по-видимому, тем, что в этом возрасте костный мозг губчатого вещества становится основным поставщиком зрелых морфологических элементов крови. Картина периферической крови в известной мере обусловлена особенностями созревания форменных элементов в органах кроветворения.

Если костный мозг — место «рождения» эритроцитов, то селезенка — место их разрушения. В отношении белых кровяных клеток она выступает в роли органа кроветворения: ее стволовые клетки участвуют в лимфоцитопоезе. В экстремальных условиях (например, при резкой анемии в детском возрасте) в ней, кроме того, образуются очаги экстрамедуллярного (совершающегося вне красного костного мозга) миелопоэза.

Селезенка расположена у взрослых в левом подреберье. Верхний ее край проецируется на уровне X—XI грудных позвонков, а нижний — I—II поясничных (у детей — от VIII—IX грудных до I поясничного). При брахиморфных пропорциях тела она лежит несколько выше, чем при долихоморфии. Вес селезенки у мужчин 30—59 лет 109,0—122,0 г, у женщин того же возраста — 97,0—102,0 г. С возрастом массивность органа изменяется, уменьшаясь от 20 до 29 лет, стабилизируясь в возрасте от 30 до 59 лет и вновь уменьшаясь после 60. Вес селезенки повышается с увеличением длины, веса и площади поверхности тела.

Расовые различия веса селезенки значительны: у европеоидов 140 г у мужчин и 130 г у женщин; у негроидов соответственно 115 и 80 г, у монголоидов (японцы) 93 и 86 г. Неясно, однако, насколько эти



отличия обусловлены особенностями телосложения, специфичными для каждой расовой группы, и были ли сопоставимы обследованные люди по возрасту и состоянию здоровья. Так как селезенка не относится к жизненно важным органам, вариации ее размеров могут не отражаться на жизнедеятельности организма.

Сердечно-сосудистая система, благодаря своей транспортной функции, является не только системой обеспечения, но и гуморальной регуляцией жизнедеятельности организма. Второй и главной регуляторной системой является нервная.

## ГЛАВА X

# НЕРВНАЯ СИСТЕМА

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Нервная система человека представлена головным и спинным мозгом (центральная нервная система — ЦНС), спинномозговыми и черепными узлами и периферическими нервами (периферическая нервная система). Нервная система обеспечивает восприятие раздражений, падающих на организм (чувствительное звено), анализ и переработку поступающей информации (центральное звено) и ответную реакцию в виде возбуждения органов или их систем вплоть до возникновения целостных поведенческих актов (эффекторное, или двигательное, звено). Нервная система осуществляет регуляцию и интеграцию всех функций на разных уровнях — от клетки до целого организма. Благодаря этому происходит поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаз) и приспособление его как единого целого к изменяющимся условиям внешней среды.

У человека по сравнению с высшими животными нервная система обогатилась новыми структурами и связями. Это создало условия для активной трудовой деятельности, развития высших психических функций (сознания, мышления, речи), формирования сложных форм социального поведения.

**Клеточное строение.** Элементарной структурно-функциональной единицей нервной системы человека является нервная клетка — нейрон (невроцит). В ней различают тело (сому) и отростки двух типов: дендриты и аксон. Дендриты — относительно короткие протоплазматические выросты, у большинства нейронов многочисленные. Они сильно ветвятся, зачастую покрыты шипиками. Нейрит (аксон) — у большинства нейронов одиночный отросток, имеющий центральную часть (осевого цилиндра) и миелиновую оболочку. В конечных разветвлениях аксонов имеется синапс — сложное ультраструктурное образование. Через синапсы нейроны контактируют друг с другом и с клетками других органов и тканей. По дендритам возбуждение проходит к телу нейрона. Его ответная реакция в виде потенциала действия (нервного импульса) по аксону передается другим нейронам или клеткам исполнительных органов (мышечным, железистым).

Нейроны различаются по форме (пирамидные, клетки-зерна, грушевидные, многоугольные и др.), по величине аксонов (коротко- и длинноаксонные), по количеству отростков (мультиполярные, униполярные,



биполярные), по функциональному назначению (чувствительные, вставочные, двигательные), по гистохимическим и фармакологическим реакциям и т. п.

Аксоны центральных и ганглионарных нейронов, собранные в пучки, образуют проводящие пути мозга и периферические нервы. Нервные волокна отличаются по диаметру (калибру), наличию или отсутствию миелиновой оболочки и др. У человека большинство волокон относится к миелиновому типу. Безмиелиновые волокна, имеющие меньшую скорость проведения импульсов, преобладают в вегетативной нервной системе (см. с. 273).

Другой структурный элемент нервной системы — глиальная клетка (глиоцит). Глиальные клетки многообразны по происхождению, структуре и функциям. Выделяют микро- и макроглию, основное назначение микроглии — фагоцитоз. В случае гибели нейронов (эта потеря невосполнима) они заполняют участки нервной ткани. Макроглия выполняет опорную и трофическую функции, ее клетки продуцируют миелин. Глия влияет на скорость окислительно-восстановительных процессов, она играет роль в ферментативной активности нейронов.

Совокупность тел нейронов с дендритами составляет серое вещество мозга, совокупность аксонов — белое (за счет оболочки) вещество. Серое вещество в ЦНС представлено ядрами и корой, белое — проводящими путями. В периферической нервной системе серое вещество образует узлы — ганглии, белое дает периферические нервы.

**Краткие сведения об эмбриогенезе.** Нервная система развивается из наружного зародышевого листка — эктодермы. Она закладывается на дорсальной поверхности эмбриона в возрасте 2,5 нед в виде нервной пластинки. Края пластинки приподнимаются, образуют валики, которые, смыкаясь, превращаются в нервную трубку. В стенке трубки имеются эмбриональные клетки двух типов: нейробласты — будущие нейроны и спонгиобласты — будущие глиальные клетки. Несколько раньше этого за пределами будущей нервной трубки закладываются группы нейробластов (ганглиозная пластинка), из которых в дальнейшем формируются черепные, спинномозговые и вегетативные ганглии.

Из клеток, входящих в базальную (нижнюю) пластинку нервной трубки, будут развиваться двигательные нервные клетки, из клеток крыльной (верхней) пластинки — чувствительные. Рано дифференцируются передний и задний отделы нервной трубки. Ее передний (краниальный) конец — будущий головной мозг — характеризуется чрезвычайно быстрыми темпами роста, большими абсолютными и относительными размерами, замедленными и поздними сроками созревания.

В каждом из отделов мозга сохраняется первичная полость: в спинном мозгу — в виде центрального канала, в головном — желудочков. Все желудочки сообщаются друг с другом. В них погружены сосудистые сплетения, продуцирующие мозговую жидкость. Они играют большую роль в газообменных и трофических процессах. Стенки желудочков выстланы эпендимой, которая в эмбриогенезе выступает как камбиальная ткань.

**Оболочки мозга.** Спинной и головной мозг одевают твердая, паутинная и мягкая оболочки. Самая внутренняя из них, пронизанная кровеносными сосудами, называется иначе сосудистой. В головном мозгу она проникает в борозды, прорастает в нервную ткань и образует сосудистые сплетения в желудочках. Паутинная оболочка срастается с мягкой, но не погружается, как первая, в борозды и сосудов не содержит. Твердая оболочка головного мозга — двойная. Ее наружный листок срастается с надкостницей.



## СПИННОЙ МОЗГ

**Общая характеристика.** Спинной мозг начинается под большим затылочным отверстием и заканчивается у взрослого человека между I—II поясничными позвонками, занимая примерно  $\frac{2}{3}$  объема полости позвоночного канала. Спинной мозг представляет собой толстый тяж около 1 см<sup>2</sup> в сечении. Книзу он суживается в виде конуса и заканчивается соединительнотканной концевой нитью. Между V—VII шейными и III—V поясничными позвонками мозг имеет два утолщения: шейное (до 13—14 мм в диаметре) и поясничное (до 11—13 мм в диаметре).

Длина спинного мозга колеблется от 36 до 46 см, достигая в среднем 45 см у мужчин, 41—42 см у женщин. Вариации размера очень широки и тесно коррелируют с длиной позвоночного столба (т. е. с длиной туловища). В среднем длина спинного мозга составляет около 65% длины позвоночного столба и около 25% длины тела. От рождения спинной мозг удлиняется в 2,7 раза. Разные его отделы растут непропорционально: грудные сегменты увеличиваются в 3 раза, остальные в 2,0—2,4 раза. Вес спинного мозга взрослого человека равен 26—38 г (2% от веса головного мозга, у макака резуса — 12%); его объем — 28—30 см<sup>3</sup>. С возрастом относительный вес спинного мозга у человека уменьшается: если у 4-месячного плода он составляет 0,35% от веса тела, то у новорожденного — 0,08 и у взрослого — 0,04%.

Спинной мозг подразделяется на горизонтальные отрезки — сегменты (невротомы). Шейный отдел включает восемь невротомов, в грудном отделе 12 невротомов, в поясничном и крестцовом — по 5, в копчиковом — 1. Всего в спинном мозгу человека 31 невротом. Каждому невротому соответствует метамерно расположенная пара передних и задних корешков, ганглиев, и спинномозговых нервов.

Серое вещество спинного мозга расположено вокруг центрального канала в виде буквы Н. Площадь его поперечного сечения у взрослого человека равна 0,20 см<sup>2</sup>, а общий объем — 5 см<sup>3</sup>. От новорожденного до взрослого площадь в целом увеличивается в 2 раза, а объем в 5 раз. Суженные дорсальные и вентральные части серого вещества образуют переднюю и заднюю серые спайки. Парные симметричные выступы серого вещества тянутся вдоль всего спинного мозга и в пространственном восприятии представляют собой столбы: передний и задний. На горизонтальном срезе им соответствуют передний и задний рога. Между последним шейным и вторым поясничным сегментами, кроме передних и задних, находятся и боковые столбы (рога).

В сером веществе спинного мозга человека насчитывают около 13 млн. нервных клеток. Большая их часть принадлежит задним столбам; в передних столбах находится 1,5—2% клеток от общей массы нервных элементов серого вещества.

Нервные клетки в передних столбах крупнее, чем в задних: их размеры варьируют от 15×40 до 60×100 мкм. У них хорошо развиты дендриты. Площадь их поверхности может превышать площадь поверхности сомы в два раза. Дендриты ветвятся в массе клеток «своего» или бокового столба и даже проникают в толщу соседнего белого вещества. Боковые столбы (рога) относятся к автономной нервной системе (см. с. 273).

**Проводящие пути.** Белое вещество спинного мозга образовано проводящими путями. Непосредственно к серому веществу примыкает наиболее древний филогенетический комплекс проводниковых систем — собственный аппарат спинного мозга. Он представляет собой направленные вверх и вниз на расстоянии двух—четырех сегментов аксоны



клеток спинного мозга, осуществляющие межсегментные контакты. Остальную площадь белого вещества занимают длинные волокна, образующие восходящие (или чувствительные, афферентные, центропетальные) и нисходящие (или двигательные, моторные, эфферентные, центрофугальные) пути. Пути, связывающие правую и левую половины мозга, называют комиссуральными.

Каждая половина белого вещества подразделяется на три парных продольных симметричных канатика: передний, задний и боковой.

В задних канатиках локализованы *восходящие пути*, образованные восходящими коллатералями центральных отростков ганглиозных клеток.

Пути задних канатиков — наиболее филогенетически молодые части восходящих систем спинного мозга — у взрослого человека занимают около 20% площади поперечного сечения канатика. Их волокна имеют диаметр 3—5 мкм, около 10% более тонкие — до 1 мкм. Однако в нежном пучке встречаются волокна диаметром до 7—9 мкм, а в клиновидном — до 11—12 мкм.

В составе боковых канатиков идут два восходящих спинно-мозжечковых пути (задний и передний) и спинно-таламический, а также нисходящие: корково-спинномозговой, латеральный, красноеядро-спинномозговой, оливо-спинномозговой, вестибуло- и ретикулоспинномозговой пути.

*Нисходящие пути* спинного мозга проходят по передним и боковым канатикам. Передние канатики образованы передним корково-спинномозговым и текто-спинномозговым путями. Первый из них — пирамидный. Он начинается от пирамидных клеток коры больших полушарий (преимущественно передней центральной извилины). Филогенетически он моложе всех других нисходящих путей. На вентральной стороне продолговатого мозга, у границы со спинным, он дает частичный перекрест и делится на два тракта. Около 70—80% его волокон попадает в боковой канатик спинного мозга, остальные спускаются в его переднем канатике и перекрещиваются по сегментно, составляя большую часть передней белой спайки. Непосредственно над перекрестом у взрослого человека пирамидный путь занимает 9—12 мм<sup>2</sup> т. е. 30% площади поперечного сечения данного уровня. Общая масса волокон здесь колеблется от 700 тыс. до 1 млн. Большая часть волокон пирамидного пути (55%) у человека заканчивается в нижних шейных сегментах, 20% волокон в грудных и 25% в поясничных.

Количество волокон пирамидного пути, приходящихся на единицу массы мышечной ткани, в сегментах, связанных с иннервацией шеи и головы, в четыре раза больше, чем в сегментах, управляющих мускулатурой руки, и в семь раз больше, чем в сегментах, причастных к управлению нижними конечностями.

Весьма широк диапазон калибра волокон: от 1 до 21 мкм в диаметре. Около 70—80% волокон имеют диаметр от 1 до 4 мкм, около 8—10% — от 5 до 11 мкм, 2% — от 11 до 21 мкм. Сверху вниз средний диаметр волокон пирамидного пути увеличивается. В пирамидном пути скорость проведения возбуждения выше, чем в не прямых корково-спинномозговых путях, имеющих промежуточные переключения в подкорковых центрах («экстрапирамидная система»).

В онтогенезе абсолютная и относительная площадь поперечного сечения пирамидного пучка увеличивается за счет его миелинизации. В верхних шейных сегментах взрослого человека пирамидный пучок составляет 30% общей площади сечения, у ребенка 1—2 лет — 18, у новорожденного — 15, у 8-месячного плода — 12%. У антропоморф-



ных обезьян на долю пирамидного пути на том же уровне приходится 20% сечения, у низших узконосых обезьян — до 15%. Численность волокон в пирамидном пути у приматов коррелирует со степенью сложности рисунка борозд и извилин на поверхности больших полушарий. Можно думать, что развитие пирамидного пути и способность к тонко дифференцированным движениям, в первую очередь к движениям конечностей, тесно коррелируют и взаимообуславливают друг друга.

## ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Если рассматривать структуру мозга взрослого человека как производное трех мозговых пузырей, то в нем можно выделить передний мозг, средний и ромбовидный. Но поскольку трехпузырную стадию в эмбриогенезе очень скоро сменяет стадия пяти пузырей, то каждый из пузырей образует впоследствии соответствующие отделы: I — конечный, или большой, мозг (полушария); II — промежуточный; III — средний; IV — задний (мост и мозжечок); V — продолговатый. Продолговатый мозг, мост и средний мозг называют стволом мозга.

**Вес мозга.** Интегральной характеристикой головного мозга служит его вес. Индивидуальные и групповые колебания абсолютного веса мозга современных взрослых людей очень велики. Средние групповые значения лежат между 1100 и 1700—1800 г. Диапазон крайних индивидуальных значений еще шире: от 2012 (у И. С. Тургенева) до 1017 г (у Анатоля Франса). Корреляции веса мозга с творческим уровнем личности, родом занятий или профессиональной принадлежностью не выявляются. Коэффициент вариации, по обобщенным данным разных авторов, равен 8%. Вес мозга человека мало зависит от веса и длины тела. Однако в филогенетическом ряду выявляется отрицательная корреляция веса и длины тела с весом мозга. Вес мозга человека положительно коррелирует с размерами черепа — длиной и шириной (коэффициент корреляции  $r=0,45$ ). Абсолютный вес мозга у женщин на 190—200 г меньше, чем у мужчин. У первых мозг составляет  $1/35$  веса тела, у вторых —  $1/38$ .

В пренатальный период максимальный прирост веса мозга начинается со 2-го мес. Прибавка его к 3-му мес составляет 400%. Высокая скорость нарастания веса нервной ткани сохраняется в пренатальном периоде до 7-го мес. Темпы роста тела и мозга до рождения не всегда синхронны. В 3—4 мес они сходны, затем до 6 мес прирост веса тела равномерно замедляется, а вес мозга интенсивно увеличивается до 7 мес. Возраст 6—7 мес в этот период служит «демаркационной линией» в прибавке веса тела. Относительный вес мозга в те же сроки заметно снижается. У 6—9-месячных детей вес мозга увеличивается почти вдвое по сравнению с новорожденными. К концу первого года жизни он возрастает в 2—2,5 раза, к 2—3 годам жизни — в 3 раза, в 6—7 лет — в 4 раза. В дальнейшем темп нарастания очень незначителен. В 10—14 лет вес головного мозга достигает дефинитивных значений. Пик относительного максимума приходится на возраст 3—5 лет. Именно в этот период (а не у новорожденного) следует говорить о максимальной церебрализации. Скорость роста мозга в постнатальном онтогенезе отстает от темпов нарастания веса тела, поэтому относительный вес мозга с возрастом существенно уменьшается. У новорожденного он равен 12%, у взрослого — 2,5%. Вес мозга у новорожденных варьирует больше, чем у взрослых.

**Конечный мозг.** Основная часть головного мозга человека — боль-



шой мозг, включающий правое и левое полушария. Именно эта часть центральной нервной системы в первую очередь несет специфические для человека черты строения. В ее организации отчетливо проступают особенности перестройки мозга в эволюции позвоночных и антропогенезе.

Наружную часть полушарий составляет плащ, в состав которого входят белое вещество и кора. В толще белого вещества лежат базальные ядра.

Поверхность полушарий большого мозга человека (плащ) прорезана бороздами, образующими извилины. Борозды бывают первого, второго и третьего порядка. Борозды первого порядка делят поверхность полушария на пять долей: лобную, теменную, височную, затылочную и островковую. Иногда к ним добавляют лимбическую долю. Первые две доли разграничивает центральная борозда, пересекающая спереди назад дорсолатеральную поверхность полушария почти по ее середине, под углом около  $70^\circ$ . На дорсолатеральной поверхности лобной доли располагаются две предцентральные борозды: верхняя и нижняя. Центральная и предцентральные борозды ограничивают предцентральную извилину. За центральной бороздой лежат постцентральная и межтеменная борозды. Первая из них представлена в 75% случаев. Между названными бороздами находятся постцентральная извилина, верхняя и нижняя теменные дольки. На височной доле, отделенной от теменной боковой щелью, идут параллельно последней верхняя и нижняя височные борозды, верхняя, средняя и нижняя височные извилины. Нижняя извилина переходит на нижнюю поверхность височной доли. Затылочная доля на латеральной поверхности не имеет четко выраженной анатомической границы, отделяющей ее от теменной и височной долей. Граница проходит условно. Ее верхним ориентиром служит конец теменно-затылочной борозды. Нижней точкой является небольшой перегиб латерального края на границе его задней и средней трети. Затылочную долю прорезают несколько варьирующих по размерам и направлению борозд и извилин. Медиальная и нижняя поверхность полушарий также изрезаны бороздами и извилинами.

Борозды первого порядка постоянны, борозды второго порядка присутствуют не у каждого индивида, они менее глубоки, чем первые. Борозды третьего порядка — неглубокие, наиболее варьирующие и часто отсутствующие элементы рельефа больших полушарий. Варибельность борозд и извилин, в том числе и борозд первого порядка, на мозге человека чрезвычайно велика. Нет не только двух одинаковых экземпляров мозга, но и двух полушарий у одного индивида, рисунок которых бы совпадал. В то же время многообразие сочетания типов борозд находится в пределах общего плана их расположения, присутствующего именно человеку. Рисунок борозд и извилин мозга человека представляет собой наиболее сложный вариант приматного типа. Если у человека индивидуальная и межполушарная асимметрия конфигурации борозд и извилин резко выражена, то у антропоморфных обезьян она сглажена, а у низших узконосых отсутствует.

Кора покрывает поверхность больших полушарий. У человека 95,6% ее площади занимает эволюционно прогрессивное образование — новая кора. Ее строение на отдельных участках не тождественно, однако существуют общие принципы организации.

Цитоархитектоника. Самый универсальный элемент коры — пирамидная клетка (рис. X.1). У нее мощно развит вершечный дендритный ствол, ветвящийся далеко за пределами слоя, где находится ее тело. У основания тела разветвляются базальные дендриты.

Хара  
ной клет  
нуса отх  
проекцио  
лы мозга



В  
или зе  
ное в  
ло на  
Муль  
тами  
Н  
зонта  
В н  
I  
сильн  
фиче  
I  
но у  
мидь



Характер развития дендритов определяет конфигурацию пирамидной клетки. Она имеет коническую форму. От середины основания ко-проекционные системы, связывающие различные уровни коры и отде-лы мозга.



Рис. X.1. Типы корковых нейронов (окраска по Гольджи):  
I — звездчатая клетка; II — пирамидная клетка  
(по Полякову, 1973)

Второй тип корковых нейронов — короткоаксонные звездчатые, или зернистые, клетки (см. рис. X.1). Они осуществляют ассоциативное внутрикорковое взаимодействие. Эволюционное развитие коры было направлено на высокую специализацию этих двух типов нейронов. Мультифункциональность коры достигается многочисленными вариантами архитектурных взаимоотношений указанных типов клеток.

Нейроны коры располагаются правильно ориентированными горизонтальными слоями в отличие от ядер нижележащих отделов мозга.

В новой коре выделяют семь цитоархитектонических слоев:  
I — молекулярный. Светлый, бедный клеточными элементами; сильно варьирует по ширине; выполняет пограничную, защитную, трофическую и газообменную функции.

II — наружный зернистый. Обычно густоклеточный и сравнительно узкий; состоит из клеток-зерен, но может содержать мелкие пирамиды.



III — наружный пирамидный. Размеры пирамидных клеток увеличиваются по направлению вглубь; имеет тенденцию к колонкообразному распределению клеток; в разных полях сильно варьирует по ширине, абсолютным размерам нейронов и степени густоклеточности, часто делится на три подслоя.

IV — внутренний зернистый. Обычно густоклеточный; варьирует по ширине и четкости границ со слоями III и V; в двигательной агранулярной коре практически отсутствует (поле 4 и 6), в зрительной (поле 17) очень широк, делится на четыре подслоя.

V — внутренний пирамидный. Содержит сравнительно крупные пирамидные клетки. Может делиться на два подслоя, различающиеся величиной и густотой расположения нейронов. В поле 4 двигательной коры находятся чрезвычайно крупные пирамиды — гигантские клетки Беца.

VI—VII — мультиформные. Содержат кроме пирамидных клеток нейроны треугольной или веретеновидной формы, а также опрокинутые пирамиды. Варьируют по ширине, величине нервных элементов, степени их плотности, выраженности радиальной исчерченности и степени резкости перехода в белое вещество.

Различия в архитектонике служат основанием для деления поверхности коры на отдельные участки — цитоархитектонические поля. Их характеризует комплекс признаков: степень выраженности радиальной исчерченности, расположение пирамидных клеток в колонках, горизонтальная слоистость; характер гранулярных слоев, их плотность и четкость границ; общая густота или разреженность клеточных элементов; относительная крупно- или мелкоклеточность; абсолютная и относительная ширина коры в целом и послойно. Чрезвычайно важна роль пространственной организации нейронов, объединенных в многообразные комплексы. Среди них первостепенная роль принадлежит вертикально упорядоченным колонкам как основным первичным структурно-функциональным рабочим единицам (ансамблям).

Ширина коры на мозге взрослого человека колеблется от 1,6 (постцентральная извилина) до 3,2 мм (предцентральная извилина). У большинства полей самым широким является слой III. Чаще всего он занимает 30—36% ее общей ширины. Очень различна степень выраженности гранулярных слоев: от гипертрофированного преобладания слоя IV в затылочной коре до почти полного отсутствия слоев II и IV в двигательной коре.

В коре обоих полушарий большого мозга человека содержится до 50 миллиардов нейронов. Из них в среднем половину составляют зернистые клетки. Соотношение клеток-зерен и пирамид меняется в разных анализаторных зонах (см. ниже). Неодинакова в них и плотность нейронов, т. е. численность клеток на единицу объема. У человека она особенно велика в затылочной коре. На уровне III слоя плотность нейронов в зрительной коре в 14 раз больше, чем в слуховой коре, и в 5 раз больше, чем в двигательной коре. Плотность нейронов уменьшается с возрастом.

Размеры пирамидных клеток в коре мозга человека колеблются в очень широких пределах: от  $5 \times 7$  до  $50 \times 120$  мкм. Величина наиболее крупных клеток Беца в середине V слоя двигательного 4-го поля коры варьирует от  $40 \times 70$  до  $55 \times 120$ —200 мкм. Кора лобной доли относительно крупноклеточна, кора затылочной доли, напротив, мелкоклеточная. Слуховую кору височной доли называют «кониокортикальной», т. е. «пылевидной», из-за маленьких размеров ее пирамид в слое V. Более крупные клетки связаны в основном с эффекторными





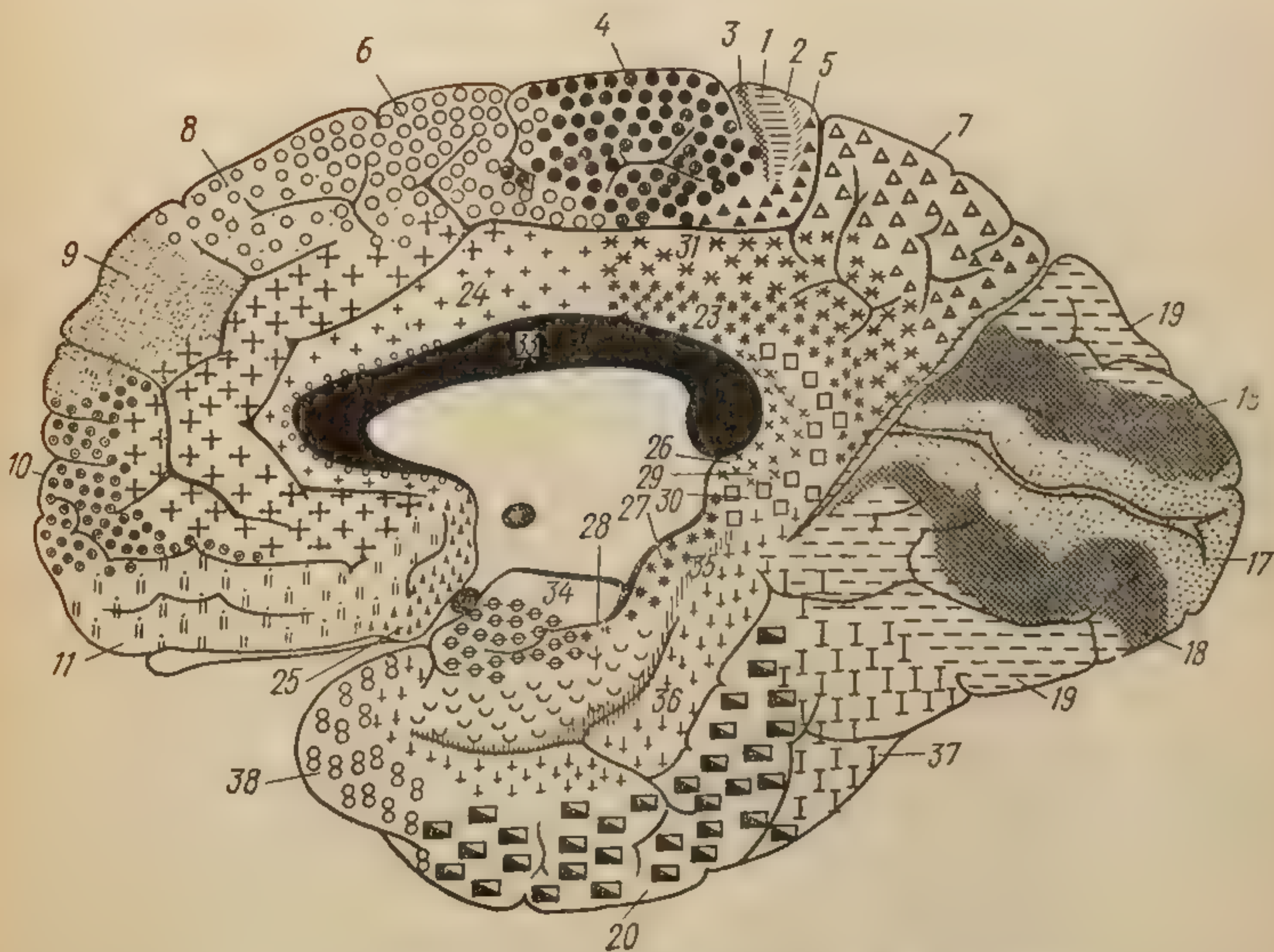
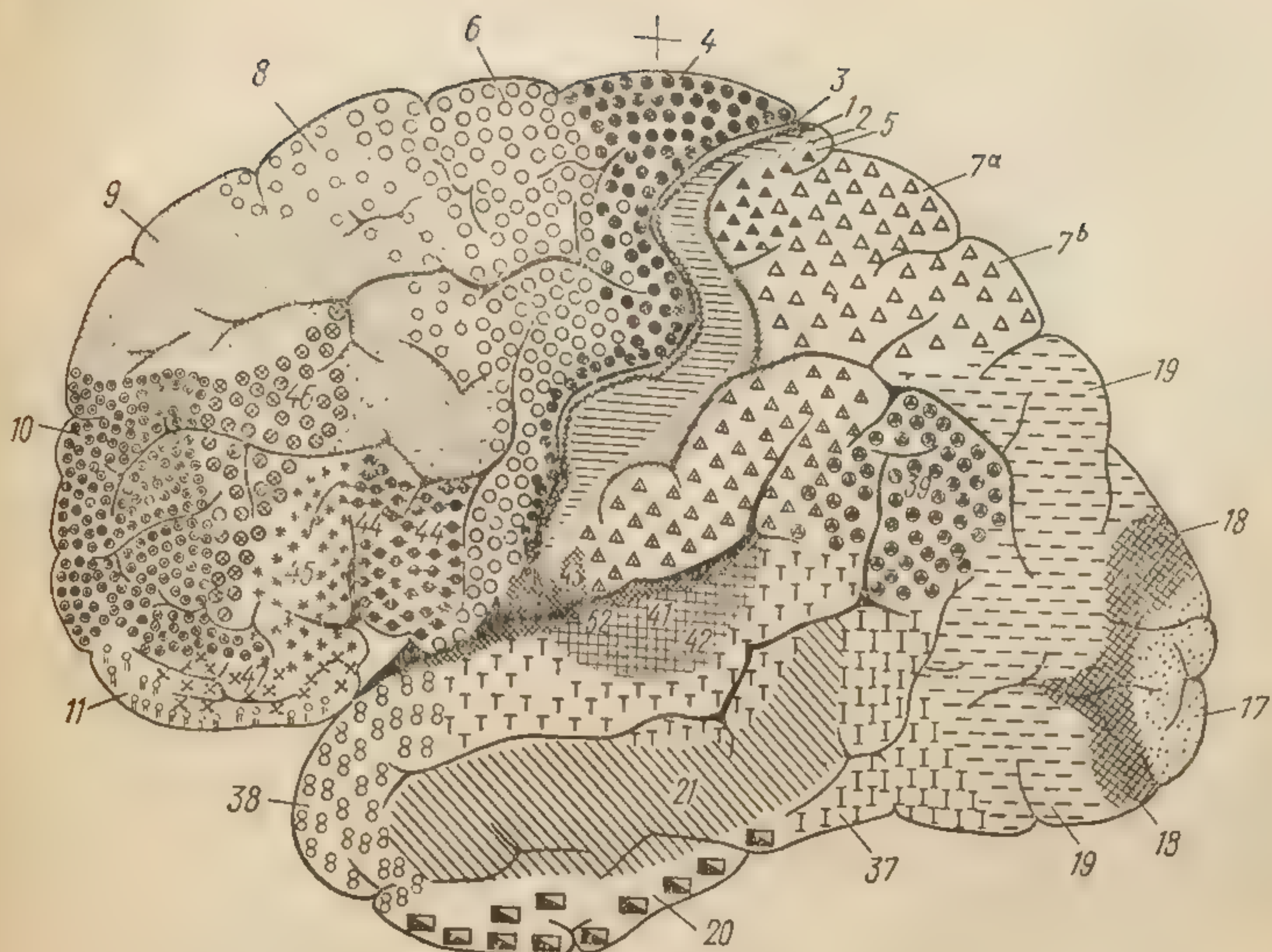


Рис. X.2. Цитоархитектоническая карта мозга (по Бродману).  
Цифры обозначают порядковый номер поля



функциями, а более мелкие чаще являются ассоциативными элементами.

Важным показателем прогрессивного развития коры является так называемый «интрасулькальный компонент» — процент поверхности коры, погруженной в глубину борозд. У человека 70—75% поверхности коры скрыто в глубине борозд.

На цитоархитектонической карте мозга (рис. X.2) поверхность новой коры подразделяется на 52 поля (по Бродману). Они различаются особенностями клеточного состава и строения.

В коре различают ядерные зоны, или корковые концы анализаторов (см. гл. XII), и ассоциативные области, или зоны перекрытия. Ядерные зоны принимают основную массу проекционных афферентных путей от соответствующих органов чувств. В ядерную зону каждого анализатора входят три основных поля: центральное и два периферических. В центральных полях заканчиваются наиболее концентрированные пучки проекционных путей от подкорковых специфических ядер.

Корковым концом зрительного анализатора является затылочная область — шпорная борозда и соседние участки (центральное поле — 17, периферические — 18 и 19). Корковый конец слухового анализатора — верхняя височная подобласть (центральное поле 41 на извилине Гешля; периферические — 42 вокруг 41-го и 22 на задней трети верхней височной извилины). Кожно-кинестетический анализатор представлен в пред- и постцентральной извилинах и верхнетеменной доле (центральные поля — 4 и 3, периферические — 6, 8 и 1, 5, 7).

Моторная кора (поля 4 и 6) у приматов очень высоко специализирована. Она закладывается как обычная семислойная кора, но после рождения почти утрачивает зернистые слои II и IV, становится «агранулярной». В поле 4 (и только в нем) в середине слоя V располагаются гигантские клетки (пирамиды) Беца.

Центральным полям присуще явление соматотопической (звукотопической или зрительнотопической) проекции, благодаря чему отдельные элементы рецепторной поверхности сетчатки, чувствительные клетки спирального органа улитки, кожи, мускулатуры проецируются на определенные точки коры. Вот почему их называют не только центральными полями, но и проекционными. Проекционные зоны коры не пропорциональны размерам периферических рецепторных участков, а соответствуют их физиологической значимости.

Периферические, или вторичные, поля ядерных зон менее тесно связаны с подкорковыми образованиями прямыми контактами, но больше участвуют в межкортикальных взаимоотношениях.

Ассоциативные зоны почти не получают проекционных афферентных путей. Они обеспечивают контакты между ядерными зонами отдельных анализаторов и интегрируют их деятельность. Именно с этими зонами связаны высшие психические функции человека (высокая степень абстракции, понятийность мышления), трудовая деятельность, реңное общение, социальные формы поведения. К ассоциативным зонам относятся премоторные формации лобной доли (поля 9, 10, 44, 45, 46), нижняя теменная доля (поля 39, 40), значительная часть височной доли (поля 37, 22).

Одним из важных показателей эволюционных преобразований мозга служит площадь поверхности коры. В пределах новой коры относительное развитие ее отдельных участков зависит от роли того или иного анализатора в жизнедеятельности человека как представителя отряда приматов. У всех приматов, в том числе у человека, ведущими



являются двигательный и зрительный анализаторы. Лобная доля у всех приматов сильно развита как центральный конец кинестетического анализатора. Она занимает у отдельных представителей отряда 30—35% общей площади поверхности новой коры. Однако у человека 70% ее собственной площади принадлежит ассоциативным премоторным формациям, а у других приматов почти вся ее территория — это именно двигательная кора (поля 4 и 6). Затылочная, зрительная, кора с наружной поверхности полушария отесняется у человека прогрессивно разрастающейся филогенетически молодой нижнетеменной долей на медиальную сторону полушария.

В ряду приматов в пределах всей новой коры можно выделить три группы областей: 1) с увеличивающейся относительной поверхностью: лобная и височная доли, нижнетеменная доля; 2) сохраняющая постоянство относительных величин: пред- и постцентральная извилины; 3) уменьшающиеся по абсолютной величине: затылочная и островковая доли, лимбическая область.

Кроме новой коры, часть поверхности полушарий мозга человека занимает древняя, старая и межуточная кора. Старая кора покрывает гиппокамп и зубчатую извилину. Она организована менее сложно и филогенетически формируется раньше новой коры. Еще менее дифференцирована древняя кора, занимающая переднее продырявленное вещество, латеральную обонятельную извилину и прозрачную перегородку. Старая и древняя кора получают афферентные импульсы от обонятельных рецепторов. Вместе с периферическими отделами обонятельного анализатора и системами его связей старую и древнюю кору включают в понятие «обонятельный мозг». Однако рассматривать их как корковый конец только обонятельного анализатора нельзя. Через свод и его связи эти области участвуют в регуляции вегетативных функций, они входят в лимбическую систему. Гиппокамп оказывает влияние на активность новой коры и непосредственно через таламокортикальные пути, и опосредованно через сетчатую структуру (ретикулярную формацию). При поражении гиппокампа у человека нарушается кратковременная память, а у животных возникают трудности с закреплением следовых рефлексов. На границе древней и старой коры с новой находится межуточная кора, по своей архитектурной организации совмещающая в себе черты переходного типа.

Миелоархитектоника. Аксоны корковых нейронов и приходящие сюда афферентные пути по-разному располагаются в разных слоях коры полушарий. Существуют два типа волокон: радиальные, ориентированные перпендикулярно к поверхности коры, и нерадиальные. Нерадиальные волокна на разных уровнях коры образуют полосы. Нерадиальные волокна на разных уровнях коры образуют полосы сгущений и разрежений неодинаковой ширины и густоты. По числу, характеру взаиморасположения и степени выраженности полос сгущения, называемых «полосками Белларже», разграничивают уни-, би- и астриарные варианты их распределения, а также ряд переходных типов.

В коре различают 7 миелоархитектонических слоев:

1 — зональный (синонимы: тангенциальная полоска, плексиформный слой); содержит горизонтальные или косо идущие волокна, очень variabelен по ширине и возможности дифференцировки на 3, 4 или даже 5 подслоев;

2 — нерадиальное сплетение; узкий, бедный волокнами, очень тонковолокнистый слой, лишенный радиальных волокон;

3 — состоит из трех подслоев: верхний из них — 3<sup>1</sup> — в эурадиальной коре почти не содержит радиальных волокон; в нерадиальной



ной сети может находиться узкая сгущенная полоска Кис — Бехтерева (в слуховой коре); 3<sup>2</sup> и 3<sup>1</sup> — граница окончания радиальных пучков, которые затем пройдут сквозь весь поперечник коры и погрузятся в толщу белого вещества плаща;

4 — верхняя полоска Белларже (в зрительной области описывается как полоска Дженнари, или Вик д'Азира); при сильно расширенных вариантах может распространяться на уровни пограничных слоев III и V;

5 — в вариантах уни- и бистриарного типов высветленный; при астриарном типе не отличается по степени сгущения от пограничных слоев;

6 — в бистриарной коре, представлен нижней полоской Белларже;

7 — образован постепенно уплотняющейся нерадиальной сетью, более или менее отделенной от слоя 6, постепенно переходит в белое вещество.

С погружением в глубь коры нерадиальное сплетение уплотняется, радиальные пучки становятся компактнее, вся структура грубеет.

При миелоархитектонической классификации принимают во внимание три главных признака: 1) протяженность радиальных волокон, их численность в пучке, компактность или разреженность; 2) характер распределения нерадиальных волокон: число, ширину и густоту полосок Белларже; 3) общую степень грубости или грацильности волокон, калибр их преобладающей части и крайний предел их толщины. Мозаика различных комбинаций характеризует поле. Миелоархитектонические системы более вариабельны, чем цитоархитектонические типы, поэтому миелоархитектонические карты гораздо более дробны, чем цитоархитектонические. Так, на миелоархитектонической карте Ц. и О. Фогт 54 цитоархитектоническим полям Бродмана соответствуют более 200 миелотектонических полей.

*Подкорковые ядра.* Включают хвостатое и чечевицеобразное ядра, ограду и миндалевидное ядро; хвостатое ядро подразделяется на головку, тело и хвост. Чечевицеобразное ядро состоит из медиального бледного шара и примыкающей к нему снаружи скорлупы.

Латеральное скорлупы располагается ядро в виде складчатой пластинки — ограда. Ядра разграничены тремя прослойками белого вещества — капсулами. Широкая внутренняя капсула отделяет хвостатое ядро и зрительный бугор от чечевицеобразного ядра. Капсула имеет переднюю и заднюю ножки и колено. Чечевицеобразное ядро от ограды отделяется наружной капсулой, ограда и кора островка отделены самой наружной капсулой.

Длина хвостатого ядра около 20 см, скорлупы — 3—4, бледного шара — 2,5, ограды — 4—5 см. Суммарный объем хвостатого и чечевицеобразного ядер равен 11—15 см<sup>3</sup>, что составляет около 1% объема полушарий. В пределах ядер крупнее других скорлупа; она в 1,5 раза больше хвостатого ядра и в 2 раза больше бледного шара. Хвостатое ядро и скорлупа, разделенные пучком нервных волокон, идущих от коры (внутренней капсулой), образуют полосатое тело, филогенетически самое молодое образование этого комплекса. Ему противопоставляется бледный шар — филогенетически более старая часть.

Оба членника бледного шара неоднородны по происхождению. Наружный членник развивается из конечного мозга, внутренний, филогенетически более древний, — из промежуточного. Они сближаются друг с другом на 17—19-й нед пренатального периода. У взрослого человека разница в топографии и клеточном строении обоих членников



сглаживается, хотя неоднородность закладки проявляется в различных клинической картины при поражении каждого из них. Самым древним компонентом базальных ядер является миндалевидное ядро, относящееся к лимбической системе.

Все базальные ядра, за исключением миндалевидного, функционируют в составе кожно-двигательного анализатора. Они образуют стриопаллидарную систему — важнейший компонент экстрапирамидной системы, регулирующей сложные автоматические комплексы движений. В базальные ядра направляются восходящие пути от зрительного бугра, по которым поступают сигналы от рецепторов, приходящие по волокнам медиальной петли. Сюда поступают сигналы от релейных ядер мозжечка, гипоталамуса и субталамуса, от коры, в первую очередь от ее лобной доли. Эфферентные пути от полосатого тела направляются в бледный шар, оказывая на него контролирующее, преимущественно тормозное влияние. При поражении полосатого тела нарушаются мышечные движения человека: появляется гиперактивность мышц, движения становятся размахистыми, сильными и многократно стереотипно повторяются. Бледный шар, в свою очередь, оказывает регулирующее и координирующее влияние на мезенцефальные структуры (красное ядро, черную субстанцию) и центры заднего мозга, главным образом затормаживая их.

В сравнительно-анатомическом ряду соотношение филогенетически разных структур в базальных ядрах меняется. У человекообразных обезьян хвостатое ядро больше бледного шара в 3 раза, а скорлупа в 5 раз. У низших узконосых обезьян хвостатое ядро и скорлупа превосходят в отдельности по объему бледный шар в 2,5 раза.

Было бы неверным думать, что у человека эволюционные преобразования охватывают только филогенетически молодые структуры, а старые остаются неизменными. Они тоже прогрессивно развиваются. Это относится не только к полосатому телу, но и к бледному шару. Его объем увеличивается у человека по сравнению с антропоморфными обезьянами в 7 раз, а объем полосатого тела — в 5 раз. Отношение объемов хвостатого ядра и скорлупы к объему бледного шара у человека примерно одинаково и равно приблизительно 3,5. У человека бледный шар обогащается связями и получает часть волокон не только через полосатое тело, но и прямо из коры.

В промежуточный мозг входят зрительный бугор, надбугорная, забугорная и подбугорная области.

**Зрительный бугор** — производное серого вещества крыльной пластинки. Зрительные бугры двух полушарий в глубине III желудочка соединены серым веществом — «сцеплением», или «сращением». Зрительный бугор состоит из нескольких десятков ядер, которые можно объединить в более крупные группы. Среди них различают переднюю, латеральную, медиальную и заднюю группы ядер. При более подробной дифференцировке выделяют еще и ядра средней линии.

Ядра зрительного бугра служат переключательными звеньями с нижележащих отделов на кору и связаны почти со всеми анализаторами. Вот почему зрительный бугор называют «коллектором чувствительности».

К числу филогенетически старых структур относятся ядра передней группы. Они включены в систему обонятельного анализатора. Наиболее представительны медиальная и латеральная группы ядер гипоталамуса. Ядра медиальной группы имеют богатые двусторонние контакты с корой лобных долей. В вентролатеральном, а отчасти и в дорсолатеральном комплексах ядер переключается преобладающая часть



афферентных систем кожно-двигательного анализатора («медиальная петля»). Задняя группа ядер, куда входит и подушка, относится к зрительному анализатору; в ней переключается часть волокон зрительного тракта. Это филогенетически молодая часть зрительного бугра.

Субталамическая область зрительного бугра («собственно подбугорная») представляет собой пограничную зону между средним и промежуточным мозгом, а точнее, между покрывкой мозжечка и гипоталамусом. Сюда продолжают из среднего мозга красное ядро и черная субстанция. Продолжением последней вперед, но уже ограниченным от нее, является субталамическое ядро, или тело Льюиса.

Субталамическое ядро связано двусторонними контактами с бледным шаром, скорлупой (а через нее — с корой), красным ядром и черной субстанцией, а также с сетчатой структурой ствола (ретикулярной формацией). Все эти образования — части мультисинаптической экстрапирамидной системы, участвующие в координации сложных двигательных актов. Кроме того, субталамическое ядро имеет отношение и к вегетативным функциям, будучи связанным с гипоталамо-гипофизарной системой (см. ниже).

Кроме ядер, относящихся к определенным анализаторам, в зрительном бугре располагаются неспецифические ядра ретикулярной формации (см. ниже).

В состав *надбугорья* входят: эпифиз (шишковидная железа), поводок, спайка поводков, треугольник поводка. Шишковидная железа — орган внутренней секреции. Она состоит из нейросекреторных и глиальных клеток. Ее гормоны влияют на развитие половых желез, тормозя их деятельность (см. гл. XI). В глубине треугольника поводка располагаются ядра поводка: крупноклеточное и мелкоклеточное. Они получают сигналы от обонятельного бугорка и прозрачной перегородки, посылают волокна в межножковое ядро покрывки среднего мозга, имеют тесные двусторонние контакты с эпифизом, принимают участие в работе обонятельного анализатора и реализации вегетативных функций.

*Забугорье* включает медиальное и латеральное коленчатые тела. Они расположены снаружи и сзади под зрительными буграми. Медиальное коленчатое тело — один из подкорковых центров слухового анализатора. Латеральное коленчатое тело — подкорковый центр зрительного анализатора.

*Подбугорная область* располагается на базальной поверхности между ножками мозга и вперед от них. В нее входят парные круглые образования — сосцевидные тела. Кпереди от них находится непарный тонкостенный серый бугор. Его обращенная вниз верхушка вытянута в узкую трубку — воронку, на которой подвешен гипофиз — железа внутренней секреции. Гипофиз занимает область турецкого седла основной кости черепа. Кпереди от гипофиза зрительные нервы дают перекрест — хиазму. Все структуры подбугорья, кроме сосцевидных тел, объединяют в зрительную часть подбугорья. В сосцевидных телах находится несколько ядер. К некоторым из них подходят волокна проводящей системы обонятельного анализатора.

Серый бугор представляет собой сложный ядерный комплекс. Ядра его задней стенки относятся к адренэргическим структурам. Их раздражение вызывает комплекс реакций симпатического характера: учащение сердцебиений, повышение кровяного давления и т. д. Эти же структуры стимулируют отрицательные эмоциональные реакции: агрессию, аффект, ярость. Ядра передней стенки серого бугра образуют холинэргический комплекс. Их стимуляция приводит к замедле-



нию сердцебиений, снижению кровяного давления и т. д. Они имеют отношение к положительным эмоциональным состояниям: спокойствию, радости. Эмоциональные реакции подчинены коре и контролируются прежде всего корой поясной извилины.

**Гипофиз** — одна из важнейших желез внутренней секреции. Его передняя доля — железистая, энтодермального происхождения, состоит в основном из эпителиальных клеток. Они продуцируют аденогипофиз — нейрогоипофиз — производное эктодермы, состоит преимущественно из клеток нейроглиального характера. Задняя доля гипофиза регулирует обменные процессы, прежде всего водно-солевой режим, судистые реакции и некоторые другие вегетативные функции. Контакты между долями совершаются по двусторонним нервным путям, а также гуморально. Между двумя названными долями находится промежуточная часть.

Впереди от серого бугра лежит передняя группа ядер гипоталамуса. Среди них особый интерес представляют супраоптическое и паравентрикулярное ядро. Первое из них находится над перекрестом зрительных нервов, второе — примыкает к полости III желудочка. Клетки этих ядер нейросекреторные. Аксоны их нейронов образуют «гипофизарную ножку» — слабомиелинизированный пучок, направляющийся в заднюю долю гипофиза. По ножке гипофиз получает и нервные сигналы, и продукты нейросекретции. Гипоталамус представляет собой один из наиболее активных отделов мозга, связанных с вегетативными функциями.

В состав среднего мозга входят крыша среднего мозга (покрышка четверохолмия) и ножки большого мозга. Четверохолмие образовано парой верхних и нижних холмиков. Передние холмики являются подкорковыми центрами зрительного анализатора, задние холмики — центрами слухового анализатора. Они связаны соответственно с латеральными и медиальными коленчатыми телами.

Если коленчатые тела и подушка зрительного бугра являются последними релейными ядрами на пути переключения импульсов к коре слухового и зрительного анализаторов, то преобладающая роль четверохолмия состоит в передаче раздражений на нижележащие структуры мозга. Четверохолмие является центром безусловнорефлекторных двигательных актов в ответ на зрительные и слуховые раздражения. При его участии формируется ориентировочная реакция, или так называемый «старт-рефлекс». Она проявляется в напряжении мышц конечностей, туловища, повороте головы, шеи, движении глаз (у животных — в настороженности ушной раковины, подъеме шерсти).

От ядер четверохолмия начинается покрывочно-спинномозговой и покрывочно-бульбарный пути. Часть эфферентных волокон покрывки заканчивается в ретикулярной формации среднего мозга и моста. Верхние и нижние холмики тесно связаны друг с другом и между собой комиссуральными путями.

В ножках мозга различают основание, находящееся с вентральной стороны, и покрывку, лежащую дорсально. Их разграничивает узкая полоса серого вещества, содержащая пигмент меланин, — черная субстанция.

Самое крупное из ядер покрывки — красное ядро. Его абсолютный объем у человека равен 136—137 см<sup>3</sup>, относительный (в % к объему серого вещества всего среднего мозга) — 9%. У большинства приматов, стоящих ниже уровня отряда приматов, относительный объем красного ядра не превосходит 1,5—3% от общего объема



серого вещества среднего мозга. В красном ядре различают два отдела: задний — крупноклеточный, филогенетически более древний, и передний, более молодой.

К красному ядру подходят волокна от бледного шара экстрапирамидной системы. Оно связано двусторонними контактами со зрительным бугром, крышей среднего мозга, с черной субстанцией и с ядрами ретикулярной формации. Длинные эфферентные пути от нейронов красного ядра образуют следующее звено экстрапирамидной системы — красное ядро-спинномозговой путь.

В черной субстанции выделяют медиальный отдел — филогенетически молодой, принимающий пути от коры больших полушарий, и более старый отдел, связанный с красным ядром, зрительным бугром, четверохолмием и ретикулярной формацией. Часть нейронов самой черной субстанции также относится к ретикулярной формации. Черный пигмент появляется в ее клетках к 2—3 годам. По химическому составу он близок к адреналину. Черная субстанция по контактам и функции тесно связана с красным ядром и спинным мозгом. От нее отходит черное ядро-спинномозговой путь, также входящий в экстрапирамидную систему.

В покрывке ножек мозга под верхними и нижними бугорками четверохолмия находятся ядра соответственно III и IV пар черепных нервов.

Водопровод мозга окружает центральное серое вещество, относящееся к ретикулярной формации. Она связана восходящими путями с неспецифическими ядрами зрительного бугра, а через них с корой больших полушарий. В ее функции входит регулирование сна и активного состояния. От этой структуры начинается очень древний нисходящий тракт — медиальный продольный пучок. Вместе с волокнами глазодвигательных нервов он координирует движения глазных яблок, согласуя их с вестибулярными и другими двигательными реакциями. В ножках мозга проходит много сквозных путей. Большую часть занимают волокна восходящих систем (продолжение медиальной, тройничной и латеральной петель). Здесь же находится нисходящий путь (центральный пучок покрывки), идущий от бледного шара к красному ядру.

В основании ножек мозга проходят нисходящие тракты: корково-спинномозговой, корково-бульбарный, корково-мостовой. Все они являются филогенетически молодыми образованиями. Два первых располагаются в центральных отделах основания ножки мозга, два вторых — в боковых. Из них самую медиальную часть занимают волокна от коры лобной доли к ядрам моста, а самую латеральную — от теменной, затылочной и височной долей. У человека каждый из двух последних путей занимает около  $\frac{1}{5}$  части от площади ножки мозга во фронтальном сечении. По количеству волокон у человека лобно-мостовой путь несколько превосходит общий теменно-затылочно-височно-мостовой тракт. У низшей узконосой обезьяны (макака) соотношение численности волокон в этих путях обратное: второй путь значительно мощнее первого.

К заднему мозгу относятся мозжечок и мост.

Мозжечок располагается над продолговатым мозгом и мостом, прикрывая сверху полость IV желудочка. Объем мозжечка в среднем равен 160 см<sup>3</sup> вес колеблется от 120 до 150 г, что составляет 8—12% от веса головного мозга в целом. У новорожденного мозжечок весит относительно меньше, чем у взрослого: на его долю приходится 5—6% от общего веса головного мозга. Эти соотношения устанавлива-



ются к концу второго года жизни ребенка. У других приматов относительный вес мозжечка выше, чем у человека (12—14%).

Парные полушария мозжечка соединяются непарным образованием — червем. Поверхность мозжечка, как червя, так и полушарий, прорезана продольными щелями, которые расчленяют его на листки, или дольки. Долькам червя соответствуют определенные дольки полушарий. Узкие дольки объединяются в более крупные доли, разделенные крупными бороздами. Мозжечок имеет три пары ножек: нижние — от продолговатого мозга, средние — от моста и верхние — от мозжечка к среднему мозгу.

Серое вещество мозжечка представлено ядрами и корой. В мозжечке 4 пары ядер: зубчатое, пробковидное, ядро шатра, шаровидное.

Общая поверхность коры мозжечка человека колеблется от 500 до 1200 см<sup>2</sup> (в среднем 850 см<sup>2</sup>), что составляет 50% поверхности коры больших полушарий. Это гораздо больше, чем у низших узконосых обезьян (макака), где кора мозжечка занимает лишь 28%. Распределение коры по бороздам и извилинам в мозжечке человека очень экономично: 80—85% ее лежит в глубине борозд. При распределении по долям у человека лишь 1% коры приходится на филогенетически самые древние части — узелок и клочок.

Кора мозжечка состоит из трех слоев: наружного — молекулярного, среднего — ганглиозного, образованного клетками Пуркинье, и зернистого. В первом слое среди небольших (10—12 мкм) мультиформных нейронов находятся корзинчатые клетки, отдающие коллатерали в нижележащий слой и оплетающие ими тела клеток Пуркинье. Клетки Пуркинье — очень крупные нейроны (35×60 мкм) грушевидной формы. Их единый общий дендритный ствол поднимается в первый слой, где ветвится в сагиттальной плоскости. Длинные аксоны, начинаясь от основания, уходят в белое вещество мозжечка. Так в коре мозжечка создается упорядоченная структура межслойных взаимоотношений. В верхнем слое формируется почти геометрически правильная сетка из аксонов клеток-корзинок, ориентированных поперек извилин, т. е. сагиттально, и Т-образно разветвленных аксонов клеток-зерен, направленных перпендикулярно к первым, вдоль хода извилин, т. е. фронтально. К этой сетке правильными рядами снизу поднимаются дендриты грушевидных клеток. Аfferентные окончания в коре мозжечка представлены моховидными и «ползающими», «лазающими», или лианообразными волокнами.

Наиболее филогенетически молодая часть мозжечка — полушария. Они разрастаются в прямой связи с развитием новой, двигательной, коры больших полушарий мозга, поэтому и появляются только у млекопитающих. Кора влияет на мозжечок через его средние ножки по системам корково-мостовых и мосто-мозжечковых путей, а также по коллатералиям пирамидного тракта, отходящим тоже в области моста.

Мост. На фронтальном сечении разграничивают дорсальную и вентральную части моста. Белое вещество моста представлено сквозными путями, описанными при характеристике ножек мозга (см. выше), восходящими — в покрывке и нисходящими — в его основании. В средней части моста располагается трапециевидное тело — совокупность ядер и связывающих их путей, входящих в систему слухового анализатора. Среди них особого внимания заслуживает ядро верхней оливы. Его нейроны имеют специфическое строение дендритов, а их тела располагаются так, что напоминают контур буквы S. Это обусловлено тем, что сигналы раздражения от слуховых рецепторов внутреннего уха передаются на нейроны ядра верхней оливы в соответ-



вии с их распределением на витках улитки. Конфигурация ядра верхней оливы обеспечивает осуществление звукооптической проекции. Следует отметить, что рецепторные клетки, находящиеся в верхних витках улитки, воспринимают звуковые колебания более низких частот, а рецепторы, лежащие у ее основания, напротив, более высокие звуки. От нейронов слуховых ядер и комплекса трапецевидного тела формируется восходящая система латеральной петли — проводящих путей слухового анализатора. В толще мозга залегают многочисленные ядра: собственно моста, сетчатой формации, черепных нервов (см. описание ромбовидной ямки). Дорсальная часть моста образует переднюю половину ромбовидной ямки — дна четвертого желудочка. (Задняя половина ромбовидной ямки располагается уже в области продолговатого мозга.)

**Продолговатый мозг.** Скопления серого вещества в толще ромбовидной ямки представлены ядрами различной плотности, в большей или меньшей степени отграниченными от окружающих участков нервной ткани. Компактность расположения и четкие очертания характерны для ядер черепных нервов, рыхлость структуры и нечеткость границ — для ядер ретикулярной формации.

Ядра черепных нервов (двигательные, чувствительные, вегетативные) локализованы на дне ромбовидной ямки (продолговатый мозг, мост), поднимаются до уровня среднего мозга. Двигательные ядра расположены медиально, чувствительные — латерально, вегетативные занимают промежуточное положение. В нижнем углу ямки при входе в спинно-мозговой канал, в виде «писчего пера» смыкаются треугольники подъязычного и блуждающего нервов (IX и X пар). В вестибулярном поле (расширенной части ромба) лежат ядра преддверно-улиткового нерва (VIII пара). В верхних треугольниках под срединным возвышением находится двигательное ядро тройничного нерва (V пара), а латеральнее его — очень крупное, сильно вытянутое чувствительное ядро той же пары. Под самой приподнятой частью срединного возвышения — лицевым холмиком — скрыто ядро отводящего нерва (VI пара), а сбоку от него — ядро лицевого (VII пара) нерва. Двигательные ядра можно рассматривать как гомологи передних рогов спинного мозга, а чувствительные как гомологи его задних рогов.

Ретикулярная формация мозга прослеживается на всем протяжении ствола мозга (продолговатый мозг, мост и средний мозг), выходя краниально и каудально за его пределы. Ретикулярная формация — сложное комплексное образование. В ней можно выделить области, различающиеся между собой по цитоархитектонике, связям и внутренней организации. Между этими областями существует внутреннее взаимодействие, вместе с тем они тесно связаны с мозжечком, спинным мозгом и корой большого мозга (влияние на последнюю оказывает так называемая входящая активирующая система).

Противопоставление ретикулярной формации остальным участкам мозговой ткани в известной мере условно, так как функционально чувствительные ядра черепных нервов могут также рассматриваться как часть восходящей активирующей системы.

Среди других ядер продолговатого мозга следует отметить на вентральной поверхности зубчатые ядра нижних олив, связанные с функцией равновесия, а на дорсальной поверхности — ядра задних канатиков (нежного и клиновидного), в которых заканчиваются соответствующие пути спинного мозга. От этих ядер начинается восходящая система медиальной петли. Их аксоны переходят в горизонтальной плоскости на противоположную сторону продолговатого мозга, огибая



спинномозговой канал в виде внутренних дугообразных полосок. Образовав перекрест между нижними оливами, они поднимаются вверх и заканчиваются в зрительном бугре. Часть волокон, начинающихся от ядер задних канатиков, идет к мозжечку через его нижние ножки. В более широком значении под медиальной петлей (лемнисковой системой) подразумевают всю совокупность афферентов кожно-двигательного анализатора, включающих пути задних канатиков, спинно-бульбо-таламический тракт и завершающие их таламо-кортикальные связи. Петля тройничного нерва начинается тоже в продолговатом мозге от самых нижних нейронов его чувствительного ядра. Проходя через мост, она непрерывно пополняется чувствительными волокнами тройничного нерва.

Белое вещество в области продолговатого мозга на его вентральной стороне представлено продолжением корково-спинномозговых путей, которые образуют здесь пирамиды. Их частичный перекрест служит границей продолговатого мозга со спинным.

Пути боковых канатиков спинного мозга в продолговатом мозгу дифференцируются: спинно-мозжечковый задний входит в мозжечок через его нижние ножки; спинно-таламический проходит как сквозной восходящий; корково-спинномозговой боковой и совокупность путей экстрапирамидной системы идут как сквозные нисходящие. Ряд восходящих систем переключается на ядрах серого бугорка продолговатого мозга.

#### ВОЗРАСТНАЯ, ВНУТРИ- И МЕЖПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изучение изменчивости мозговых структур имело в истории морфологии ряд стимулов. К их числу можно отнести, во-первых, развитие френологии и учения Ломброзо о врожденных особенностях биотипа преступника, и, во-вторых, запросы нейрохирургической практики к составлению стереотаксических карт мозга. Первый фактор привлек внимание исследователей в конце прошлого века к топографии борозд и извилин полушарий, второй нацелил поколение ученых середины нашего столетия на изучение глубинных образований мозга.

Существуют два крайних типа ориентации борозд и извилин на дорсолатеральной поверхности полушарий: поперечный, когда борозды образуют с сагиттальной линией угол  $60-90^\circ$ , и продольный, при величине этого угла менее  $30^\circ$  (рис. X.3). В известной мере эти вариации связаны с формой черепа и отчетливо выявляются при его асимметрии. Вариабелен и ход борозд: одни борозды непрерывные, другие неожиданно обрываются, оставляя нерассеченными отдельные участки плаща. Одни варианты строения встречаются чаще, другие реже (рис. X.4).

Индивидуальные варианты положения борозд одним из первых стал изучать в 1877 г. профессор анатомии Московского университета Д. Н. Зернов. Он установил крайние типы изменчивости борозд и нашел ряд переходных форм. Полная унификация методики повышает ценность данных этого автора о межпопуляционных различиях положения борозд (табл. X.1).

Проведенные Д. Н. Зерновым сопоставления двух этнических групп, отличающиеся тщательностью анатомического анализа, убеждают в сходстве основных борозд и их частотных распределений в пределах европеоидной расы. Этот ученый обнаружил также принципиальное сходство в положении борозд у преступников и «непреступников», доказав тем самым неправомерность криминально-антропологических



ческих взглядов Ломброзо и его последователей на строение мозга. Однако попытки найти признаки расовой исключительности в одних и примитивности в других особенностях рельефа полушарий имели место. При этом учитывали частоту встречаемости деталей рельефа, редких у человека, но характерных для мозга обезьяны. Особое

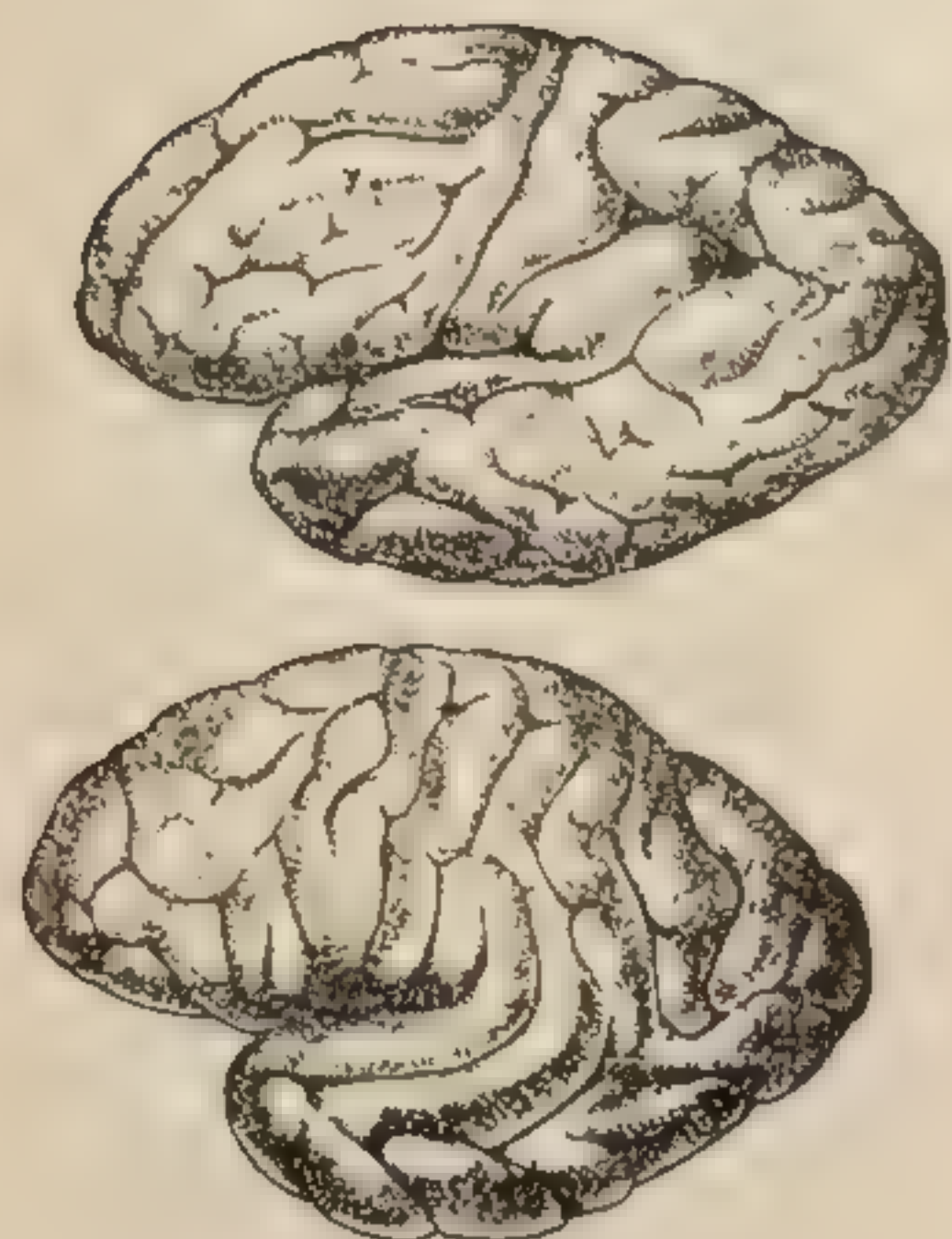


Рис. X.3. Варианты положения борозд и извилин полушарий (по Шевкуненко, Геселевич, 1935).  
Сверху — сагиттальный тип;  
снизу — поперечный тип

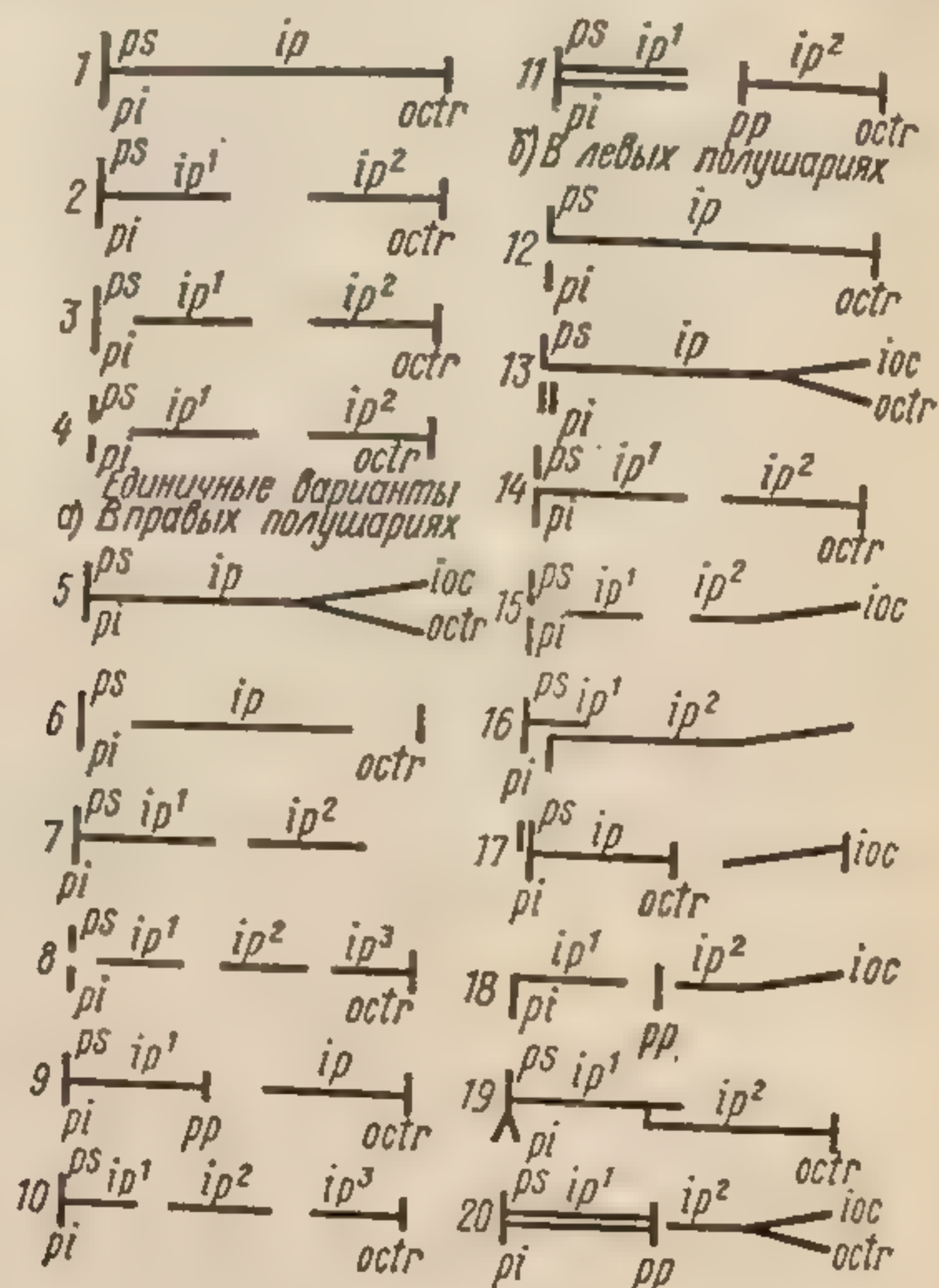


Рис. X.4. Варианты хода внутритеменной борозды и соседних борозд у современного человека (по Шевченко, 1959):

*ip* — внутритеменная борозда; *ps* — верхняя постцентральная борозда; *pi* — нижняя постцентральная борозда; *pp* — париетопариетальная борозда; *octr* — поперечная затылочная борозда; *ioc* — внутризатылочная борозда (вариант)

Частота встречаемости борозд полушарий мозга и их отдельных вариантов, %

Таблица X.1

Морфологический вариант	Русские (по Зернову, 1883)	Итальянцы (по Giacomini, 1882)
Отсутствие нижней лобной борозды . . . . .	16	14
Наличие дополнительной (третьей) лобной борозды . . . . .	14,5	13,5
Наличие глазнично-лобной борозды . . . . .	20	18
Удлинение предцентральной борозды . . . . .	12,5	16,5
Изолированность постцентральной борозды . . . . .	31	15
Соединение постцентральной и внутритеменной борозды . . . . .	44	51
Отсутствие постцентральной борозды . . . . .	25	23
Непрерывность хода борозды мозолистого тела . . . . .	71,5	67,5
Наличие перерывов по ходу борозды мозолистого тела:		
одного . . . . .	24	28
двух . . . . .	4,5	4,5





Рис. X.3. Варианты положения борозд и извилин полушарий (по Шевкуненко, Геселевич, 1935).  
Сверху — сагиттальный тип;  
снизу — поперечный тип

	$pi$	
2	$ps$	$ip'$
	$pi$	
3	$ps$	$ip'$
	$pi$	
4	$ps$	$ip'$
	$pi$	
а) Единич		
а) Вправо		
5	$ps$	
	$pi$	
6	$ps$	
	$pi$	
7	$ps$	$ip'$
	$pi$	
8	$ps$	$ip'$
	$pi$	
9	$ps$	$ip'$
	$pi$	$p$
10	$ps$	$ip'$
	$pi$	

Рис. X.  
ной бор  
временн

$ip$  — вну  
верхняя  
нижняя  
парието  
попереч  
внутри

Частота встречаемости борозд полушарий мозга



тки найти признаки расовых особенностей в од-  
ности в других особенностях рельефа полушарий име-  
том учитывали частоту встречаемости деталей релье-  
овека, но характерных для мозга обезьяны. Особое

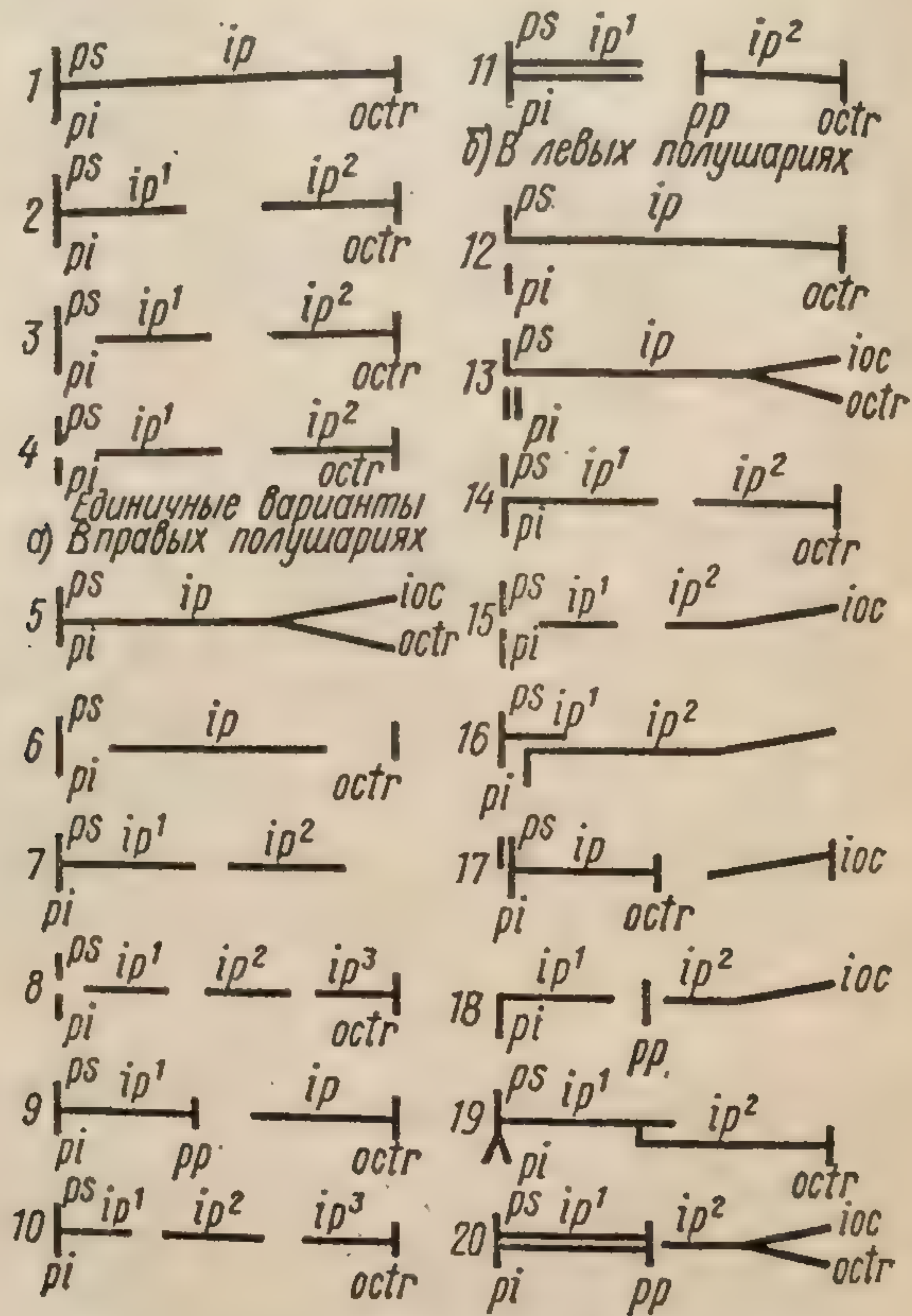


Рис. X.4. Варианты хода внутритеменной борозды и соседних борозд у современного человека (по Шевченко, 1959):

*ip* — внутритеменная борозда; *ps* — верхняя постцентральная борозда; *pi* — нижняя постцентральная борозда; *pp* — париетопариетальная борозда; *octr* — поперечная затылочная борозда; *ioc* — внутризатылочная борозда (вариант)

Таблица X.1

емости борозд полушарий мозга и их отдельных вариантов, %



ко, Гесселевич, 1955).  
Сверху — сагиттальный тип;  
снизу — поперечный тип

*ip* — внутритеменная борозда; *ps* —  
верхняя постцентральная борозда; *pi* —  
нижняя постцентральная борозда; *pp* —  
париетопариетальная борозда; *ostr* —  
поперечная затылочная борозда; *ioc* —  
внутризатылочная борозда (вариант)

Таблица X.1

Частота встречаемости борозд полушарий мозга и их отдельных вариантов, %

Морфологический вариант	Русские (по Зерно- ву, 1883)	Итальянцы (по Giacomini, 1882)
Отсутствие нижней лобной борозды . . . . .	16	14
Наличие дополнительной (третьей) лобной борозды . . . . .	14,5	13,5
Наличие глазнично-лобной борозды . . . . .	20	18
Удлинение предцентральной борозды . . . . .	12,5	16,5
Изолированность постцентральной борозды . . . . .	31	15
Соединение постцентральной и внутритеменной борозд . . . . .	44	51
Отсутствие постцентральной борозды . . . . .	25	23
Непрерывность хода борозды мозолистого тела . . . . .	71,5	67,5
Наличие перерывов по ходу борозды мозолистого тела:		
одного . . . . .	24	28
двух . . . . .	4,5	4,5



внимание привлекла к себе полулунная борозда, располагающаяся у приматов на латеральной поверхности полушария. Однако более высокая частота этого образования в какой-либо этнической группе (например, у японцев) не характеризует «уровень развития» этой группы, а лишь свидетельствует о своеобразии ее генофонда и повышенных концентрации определенных генов. Кроме того, «примитивные» признаки в строении борозд, как правило, сочетаются с усложненными, никогда не встречающимися у обезьян. Поэтому суммарная оценка такого варианта не демонстрирует ни близости, ни отдаленности от наших животных предков.

С точки зрения цитоархитектоники современное человечество составляет единый вид. В ширине коры в целом и ее отдельных слоев нет достоверных расовых и межпопуляционных отличий (рис. X.2).

Таблица X.2

Вариации ширины коры и ее слоев в пределах поля 40 по Бродману, мм (Шевченко, 1959)

Измеряемый участок	Европеоиды		Монголоиды
	русские	прочие	
Вся кора . . . . .	2,04—3,02	2,41—3,00	2,43—3,00
I слой . . . . .	0,10—0,32	0,17—0,25	0,15—0,25
II слой . . . . .	0,15—0,36	0,15—0,28	0,17—0,28
III слой . . . . .	0,50—1,20	0,54—1,00	0,61—1,00
IV слой . . . . .	0,20—0,32	0,20—0,40	0,22—0,30
V слой . . . . .	0,30—0,72	0,35—0,60	0,38—0,70
VI—VII слой . . . . .	0,32—0,97	0,65—0,92	0,55—0,87

Не установлено и особых качественных различий клеточного и волоконного состава у людей разных рас и национальностей. Так, в лобной области на единицу поверхности в III слое приходится у европеоидов 16—24 клетки, у монголоидов — 17—22. Размеры клеток у первых составляют  $20 \times 5$ — $20 \times 19$  мкм, а у вторых —  $21 \times 12$ — $23 \times 12$  мкм. Многие авторы, устанавливая расовые различия веса мозга, толщины коры и ее слоев, игнорировали факторы, определяющие эти морфологические особенности (размер тела, возраст, питание в раннем детстве, посмертные изменения мозга и др.). Тем самым выводы заведомо лишались достоверности.

Связь между весом и морфологическими особенностями головного мозга человека, с одной стороны, и особенностями его психической (интеллектуальной) жизни — с другой, не установлена. Вариация веса мозга у ряда исторических деятелей велика, что делает этот признак непоказательным для оценки уровня интеллекта. К тому же увеличение веса мозга достигается не только за счет нервных клеток, но и вследствие разрастания глии. Безнадёжно скептическому отношению к проблеме изучения мозга одаренных людей и наивным попыткам найти черты гениальности в его строении сейчас противопоставляется точка зрения, согласно которой индивидуальным особенностям психической деятельности сопутствуют определенные соотношения в развитии различных областей большого мозга.

Проявлением изменчивости в строении мозга служит асимметрия его структур. Она имеет непостоянный и локальный характер: преобладанию тех или иных структур в одном полушарии сопутствует преобладание других в противоположном. На этом основании считается, что морфологических проявлений абсолютной доминантности одного из полушарий не существует. Вместе с тем исследования показали, что



признаки в строении борозд, как правило, сочетаются с усложненными, никогда не встречающимися у обезьян. Поэтому суммарная оценка такого варианта не демонстрирует ни близости, ни отдаленности от наших животных предков.

С точки зрения цитоархитектоники современное человечество составляет единый вид. В ширине коры в целом и ее отдельных слоев нет достоверных расовых и межпопуляционных отличий (рис. X.2).

Таблица X.2

Вариации ширины коры и ее слоев в пределах поля 40 по Бродману, мм  
(Шевченко, 1959)

Измеряемый участок	Европеоиды		Монголоиды
	русские	прочие	
Вся кора . . . . .	2,04—3,02	2,41—3,00	2,43—3,00
I слой . . . . .	0,10—0,32	0,17—0,25	0,15—0,25
II слой . . . . .	0,15—0,36	0,15—0,28	0,17—0,28
III слой . . . . .	0,50—1,20	0,54—1,00	0,61—1,00
IV слой . . . . .	0,20—0,32	0,20—0,40	0,22—0,30
V слой . . . . .	0,30—0,72	0,35—0,60	0,38—0,70
VI—VII слои . . . . .	0,32—0,97	0,65—0,92	0,55—0,87

Не установлено и особых качественных различий клеточного и волоконного состава у людей разных рас и национальностей. Так, в лобной области на единицу поверхности в III слое приходится у европеоидов 16—24 клетки, у монголоидов — 17—22. Размеры клеток у первых составляют  $20 \times 5$ — $20 \times 19$  мкм, а у вторых —  $21 \times 12$ — $23 \times 12$  мкм. Многие авторы, устанавливая расовые различия веса мозга, толщины коры и ее слоев, игнорировали факторы, определяющие эти морфологические особенности (размер тела, возраст, питание в раннем детстве, посмертные изменения мозга и др.). Тем самым выводы заведомо лишались достоверности.



в лобной и височной долях асимметрия полей, образующих двигательную и чувствительную речевые зоны, больше, чем в других полях тех же областей. Асимметрия коры головного мозга, хотя и менее выраженная, чем у человека, присутствует и у других приматов в виде морфологической неравнозначности корковых зон. Начиная с гиббона, обнаруживаются гомологи корковых структур, связанных с высшими психическими функциями.

Положение и размеры внутренних структур полушарий мозга связаны с его наружными размерами, формой и, следовательно, формой черепа. Асимметрия черепа и мозга отражается на форме подкорковых ядер, боковых желудочков и других образований. Форма бледного шара, например, меняется от длинной и узкой до короткой и широкой. Последняя не наблюдается при брахикефалии. Зрительный бугор может быть низким и широким или высоким и узким. Ядра стриопаллидарной системы могут просцироваться ближе к центру крыши черепа или смещаться кпереди (рис. X.5).

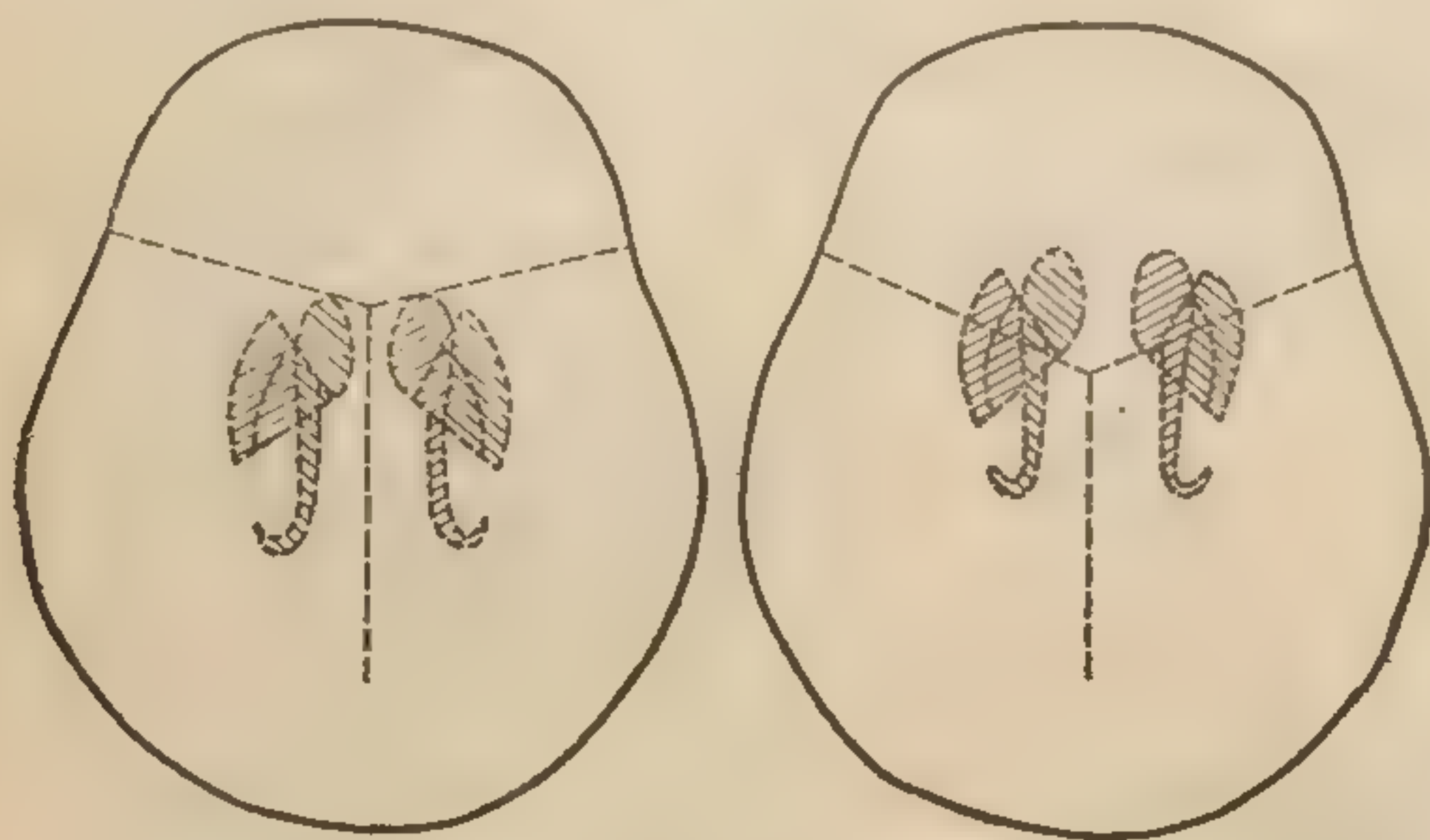


Рис. X.5. Варианты проекции ядер полосатого тела на крышу черепа (по Шерстенникову, 1972)

Пунктиром обозначены венечный и сагиттальный швы

Если сопоставить данные разных авторов, то окажется, что в 1880—1911 гг. интенсивное снижение веса мозга начиналось с 6—7-го десятилетия жизни у мужчин и с 6-го у женщин. В 1920—1927 гг. такие регрессивные изменения стали начинаться позже: с 7-го десятилетия у мужчин и с 7—8-го у женщин. В 1932 и 1965 гг. этот признак старения вновь стал проявляться раньше: в первом случае — на

5-м, во втором — на 6-м десятилетии жизни у лиц обоего пола. Одно из объяснений снижения возраста старения мозга — отдаленные последствия нервно-психического стресса в период мировых войн.

Атрофия головного мозга в старости в наибольшей мере затрагивает филогенетические молодые участки полушарий и в первую очередь лобные доли. При этом уменьшается ширина коры и ее слоев за счет снижения числа нейронов и ограничения их размеров, а также вследствие сокращения волоконного компонента коры. В разных ее полях интенсивность изменений не одинакова: она снижается от 9-го к 19-му и далее к 4-му и 1-му полям по Бродману. В I—III слоях это выражено в большей мере, чем в остальных. К 10-му десятилетию жизни в полях 17, 10, 4 и 24 атрофия нейронов составляет 44%. Уменьшение количества нейронов происходит и в коре мозжечка. Для ядер стволовой части мозга возрастное снижение числа нейронов не характерно. И в коре полушарий гибель части клеток носит «компенсированный» характер: расстояние между ними сохраняется относительно неизменным, истончения коры не происходит, плотность синапсов остается достаточно высокой. Так, количество синапсов в 1 мм<sup>3</sup> вещества III слоя



в средней лобной извилине изменяется. В возрасте от 6 мес до 7 лет оно равно  $14,8 \times 10^8$ , от 16 до 72 лет —  $11,05 \times 10^8$ , от 74 до 90 лет —  $9,56 \times 10^8$ .

У многих выдающихся деятелей масса головного мозга сохранилась на значительном уровне до старости (табл. X.3), что сочеталось с поддержанием высокой умственной работоспособности и интеллектуальной активности. Интенсивная умственная деятельность — одно из условий относительной сохранности головного мозга в старости.

Таблица X.3  
Вес головного мозга у некоторых выдающихся людей, г  
(сводная табл. по данным разных авторов)

	Род занятий	Возраст в годах	Вес мозга, г
Шуберт	композитор	31	1420
Байрон	поэт	36	1807
Брока	анатом	55	1485
Джиакомини	анатом	58	1495
Кювье	зоолог	63	1830
Агассиц	естествоиспытатель	66	1495
Гельмгольц	физик	73	1420

В качестве признака старения нервных клеток может служить отложение в них пигмента липофусцина. С возрастом не только увеличивается содержание липофусцина в отдельных нейронах, но происходит и увеличение числа нейронов, его содержащих. Существует определенная последовательность этих изменений: к примеру, в передних рогах спинного мозга изменение наступает раньше, чем в задних и боковых.

#### ЭТАПЫ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В АНТРОПОГЕНЕЗЕ

Существуют два способа заглянуть в прошлое высшей нервной деятельности гоминид: используя данные об эндокранах (слепках внутренней полости черепа) ископаемых форм и морфофизиологические данные о возрастных изменениях головного мозга современного человека. Известный психолог Жан Пиаже на XVIII Международном конгрессе психологов в Москве в 1966 г. заметил, сколь большую ясность в понимание онтогенеза психики человека внесла бы возможность общения с людьми ископаемого типа. Антропоидная фаза развития мозга человека может быть без больших погрешностей восстановлена на основании изучения ныне живущих антропоидов, прежде всего шимпанзе как наиболее близкого нашему животному предку вида. По данным Г. Оливье, абсолютный и относительный (по отношению к весу тела) вес мозга у человека и антропоидов имеет следующие значения (г):

Вид	Абсолютный (г):	Относительный
Гиббон	100	1/50
Орангутан	400	1/200
Шимпанзе	400	1/90
Горилла	420	1/220
Современный человек	1300	1/50



## ЭТАПЫ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В АНТРОПОГЕНЕЗЕ

Существуют два способа заглянуть в прошлое высшей нервной деятельности гоминид: используя данные об эндокранах (слепках внутренней полости черепа) ископаемых форм и морфофизиологические данные о возрастных изменениях головного мозга современного человека. Известный психолог Жан Пиаже на XVIII Международном конгрессе психологов в Москве в 1966 г. заметил, сколь большую ясность в понимание онтогенеза психики человека внесла бы возможность общения с людьми ископаемого типа. Антропоидная фаза развития мозга человека может быть без больших погрешностей восстановлена на основании изучения ныне живущих антропоидов, прежде всего шимпанзе как наиболее близкого нашему животному предку вида. По данным Г. Оливье, абсолютный и относительный (по отношению к весу тела) вес мозга у человека и антропоидов имеет следующие значения (г):

Вид	Абсолютный (г):	Относительный
Гиббон	100	1/50
Орангутан	400	1/200
Шимпанзе	400	1/90
Горилла	420	1/220
Современный человек	1300	1/50



Для полушарий большого мозга шимпанзе, в отличие от человека, характерны: массивная затылочная доля, малая нижняя теменная доля, небольшая нижняя лобная извилина (рис. X.6). Протяженность лобной доли у человека составляет 24,4% поверхности полушария, у шимпанзе — 14,5%.

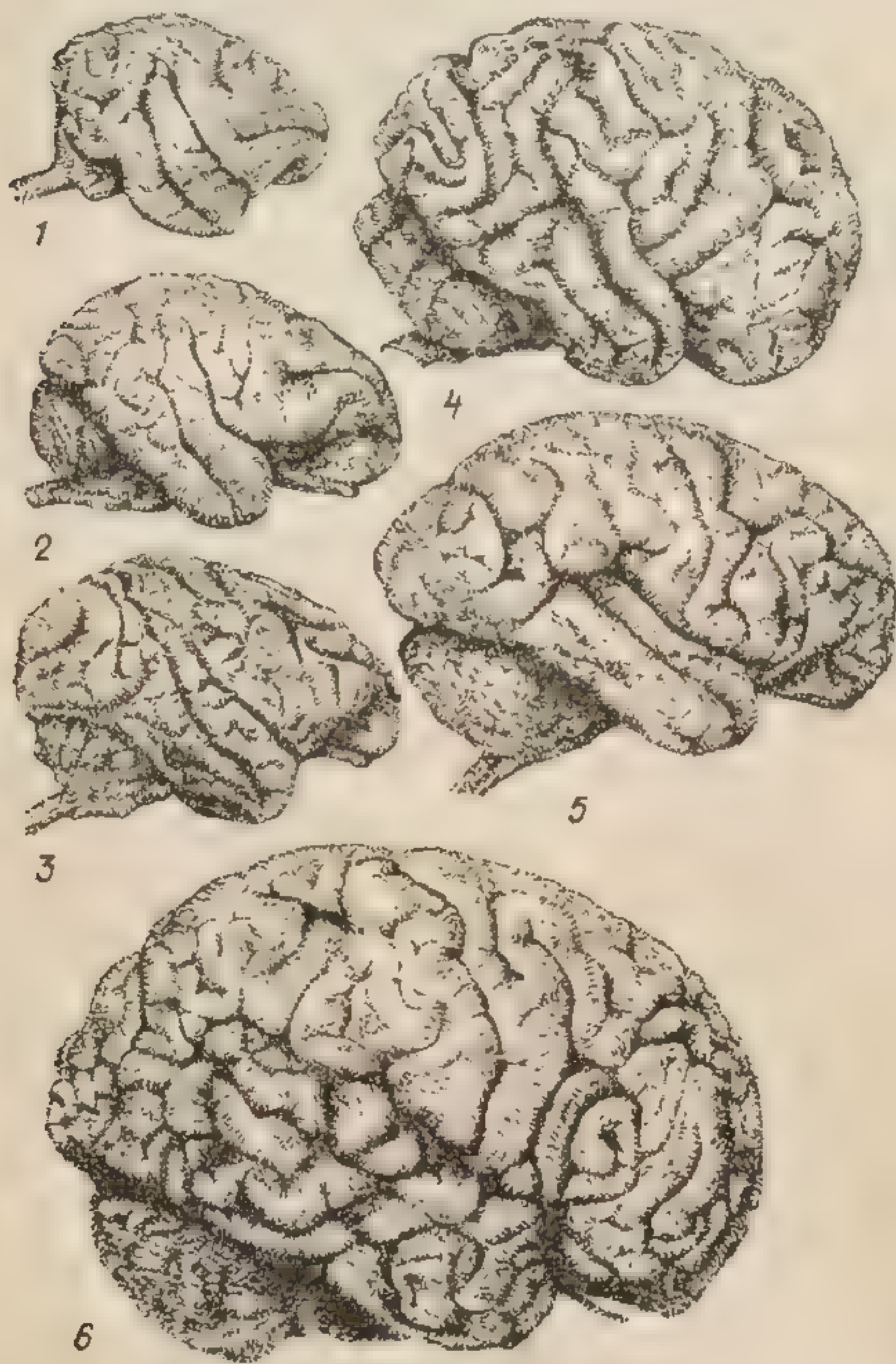


Рис. X.6. Головной мозг человека и обезьян (по Нестурху, 1960):

1 — коата; 2 — гамадрил; 3 — гиббон; 4 — шимпанзе; 5 — орангутан; 6 — человек

500—534 см<sup>3</sup>). Полушария имеют округлую сферическую форму, лишены участков интенсивного роста. Лобная доля небольшая, с клиновидным отростком, затылочная доля массивная, лобная доля смыкается с височной под тупым углом. Нижняя теменная доля невелика.

Галечные орудия, которые теперь уже многие археологи приписывают австралопитекам, несут следы очень незначительной обработки — от 3 до 10 ударов.

**Архантропы** (питекантропы, синантропы). Средний объем мозга — 1040 см<sup>3</sup>, максимальный (гоминид из Фонтешавада) — 1450 см<sup>3</sup>.

Поверхность полушария лишена округлости, появляются участки усиленного и задержанного роста. Активизация роста отмечена у верхнего конца латеральной борозды — силвиевой щели (питекантропы I и III), у нижней теменной доли и височно-теменно-затылочной под-области. Предполагается, что в последних двух участках суммируются

Отличие мозга человека и шимпанзе проявляется в пространственной организации отдельных его систем. Оно выражается не столько в приросте новой коры у человека, сколько в соотношении площадей новой и древней коры. Для описания этого соотношения был введен показатель максимальной девиации. У человека он равен 159,8; у шимпанзе — 71,8; у макака — 66,4. Различия по показателю между человеком и обезьянами начинают складываться в пренатальном онтогенезе со второй половины внутриутробного периода.

По палеоневрологическим материалам, собранным В. И. Кочетковой, можно восстановить некоторые морфологические черты головного мозга ископаемых предков человека.

**Австралопитеки.** Размеры мозга небольшие: средний объем — 533—545 см<sup>3</sup> (для сравнения: объем у шимпанзе 394 см<sup>3</sup>, у гориллы —



характерны. массивная затылочная доля, небольшая нижняя лобная извилина (рис. 2). Площадь лобной доли у человека составляет 24,4% поверхности

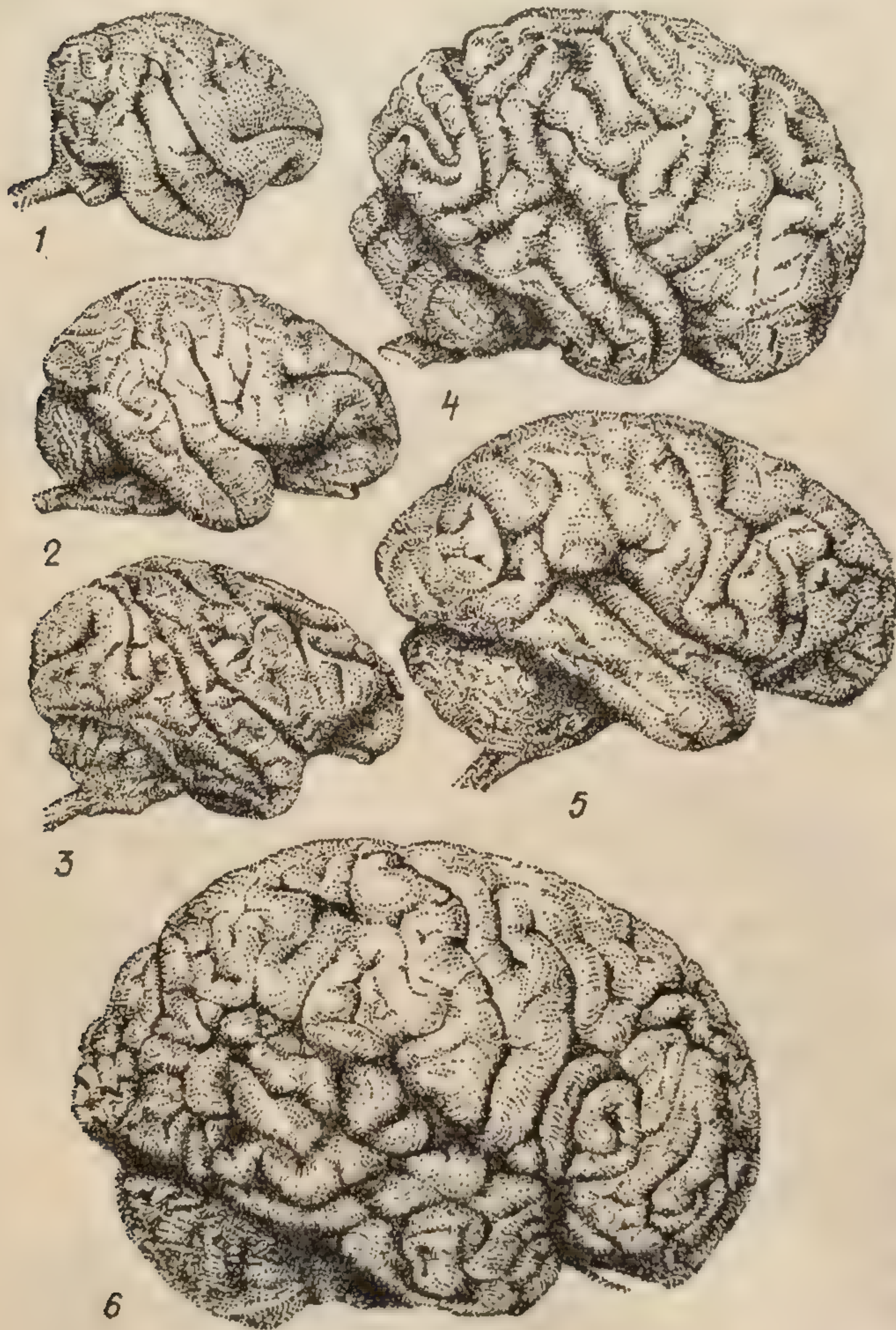


Рис. X.6. Головной мозг человека и обезьян (по Нестурху, 1960):

1 — коата; 2 — гамадрил; 3 — гиббон; 4 — шимпанзе; 5 — орангутан; 6 — человек

500—534 см<sup>3</sup>). Полушария имеют округлую форму, отделены участками интенсивного роста. Лобная доля небольшая, с выраженным отростком, затылочная доля массивная, лобная доля соединяется с височной под тупым углом. Нижняя теменная доля

рия, у шимпанзе. Отличие шимпанзе от человека в пространственной организации осязательной системы. Оно настолько велико, что площадь коры у человека в соотношении с массой новой и старой коры. Для описания соотношения казательного индекса девиации. Среднее значение равно 159,8, у обезьян — 71,8, у человека — 66,4. Различия в соотношении между полушариями обезьян и человека складываются в значительном объеме второй половины желудочно-кишечного тракта.

По палеонтологическим материалам В. И. Шенника можно восстановить некоторые черты головы человека в конце четвертого века.

Австралийские авторы (меры мозга человека: средний объем 1450 см<sup>3</sup>, у неандертальца — 1394 см<sup>3</sup>, у современного человека — 1500—1534 см<sup>3</sup>).



слуховые, зрительные и осязательные сигналы (нижняя теменная доля) и происходит синтез сигналов (височно-теменно-затылочная подобласть). Интенсивный рост полушария отмечен также вблизи от двигательного центра речи Брока и в глазодвигательном поле лобной коры (поле 8).

С этой стадией антропогенеза связывают открытие огня (снано-тропы), применение орудий контактного действия. Количество ударов по каменным орудиям при их изготовлении достигало 100. Косвенные данные свидетельствуют о возможности возникновения речи.

**Палеоантропы** (неандертальцы). Средний объем мозга — 1350 см<sup>3</sup>, т. е. на уровне значений современного человека. У гоминида из Шапель-о-Сен он достигал 1626 см<sup>3</sup>. На стадии палеоантропов увеличение размеров мозга затормозилось, происходила «качественная» его перестройка. Центрами интенсивного роста были латеральный край лобной доли, предцентральная часть ее, теменно-височная область, включая височно-теменно-затылочную подобласть. Известно, что палеоантропы во время охоты использовали орудия дистантного применения (копья). Изготовление таких орудий включало 3—5 операций (более 100 двигательных актов).

**Ископаемые неантропы** (кроманьонцы). На этой стадии отмечен переход от неравномерного развития полушарий к равноокруглой их форме. В теменно-височной области передняя часть выражена лучше, чем задняя. Височная доля выступает латерально, латеральная выпуклость лобной доли, напротив, смягчена. Заполняется углубление между предцентральными и нижнелобными участками. Верхняя теменная доля увеличивается. На этом уровне трудовые операции усложняются. Так, изготовление кремниевого ножа требовало 10—11 операций, включавших более 200 актов.

Итак, изменения головного мозга в антропогенезе характеризовались нарастанием (до стадии палеоантропов) его размеров и перераспределением величины отдельных участков с увеличением доли зон синтеза сигналов, абстрактного мышления и уменьшением зон чувственного восприятия.

Внимание исследователей привлекает бурное нарастание величины головного мозга гоминид в плейстоцене. За период от 750 до 100 тыс. лет назад (25 000 поколений из расчета 25 лет на одно поколение) объем мозга увеличился почти вдвое: от 700—800 до 1400—1500 см<sup>3</sup>, т. е. на 2% за 1000 поколений.

Увеличение головного мозга на этом этапе антропогенеза не сопровождалось существенными изменениями веса тела. Максимального уровня скорость эволюции, нарастающая во времени, достигла на рубеже между палестинскими неандертальцами и верхнепалеолитическими людьми. Можно думать, что ускорение эволюции мозга и скелета у гоминид происходило одновременно, хотя, по мнению многих авторов, развитие мозга на последних стадиях эволюции человека заметно опережало развитие зубной системы и локомоторного аппарата. Изменения головного мозга в антропогенезе не могли происходить изолированно, не затрагивая целый организм.

#### ФАКТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА В АНТРОПОГЕНЕЗЕ

Факторы преобразования головного мозга в антропогенезе можно разделить на генетические и социальные.

Существует несколько гипотез, объясняющих действие генетических факторов.



*Гипотеза изменения хромосомного набора.* Сравнительный цитогенетический анализ человека и высших приматов показывает, что одинаковые участки хромосом у обезьян разных видов часто содержат одинаковые гены. По организации хромосом orangutan, шимпанзе и особенно горилла близки человеку, гиббон занимает крайнее положение. По средней длине хромосом человек близок шимпанзе (93,7 и 94,1 мкм). Наибольшая длина хромосом отмечена у мартышкообразных. С переходом от низших приматных форм к высшим происходит уменьшение числа хромосом: у мартышки насчитывается 27—39 пар хромосом, у антропоидов — 24 пары, у современного человека — 23 пары. Можно предположить, что и в эволюции от антропоидов к гоминидам число хромосом уменьшилось.

*Гипотеза мутации.* Высказываются мнения, что повреждения поясной извилины и свода у приматов ведут к комплексу изменений, будто бы характерных для человека, — мясоедению, гиперсексуальности и проявлениям агрессивности. Считается, что подобные явления могли возникнуть как мутация. Причиной последней могла быть жизнь некоторых обезьяньих стад в условиях повышенной естественной радиации.

Эти взгляды опираются на некритически воспринимаемые данные нейропсихологов-экспериментаторов, моделирующих состояние активизации или подавления агрессивности у животных при разрушении или раздражении отдельных участков мозга. Преимущественной зоной экспериментального вмешательства при этом служит средний мозг. Усиление агрессивности крыс-«убийц» мышей наблюдали при разрушении центрального серого вещества, дорсального и медиального ядер шва. Двухстороннее разрушение поясной извилины крыс не меняло их отношения к животным других видов.

*Гипотеза изоляции — гетерозиса.* Ускоренную эволюцию головного мозга в эпоху плейстоцена связывают с демографическими изменениями популяции древнейших людей. Эти популяции не были, вероятно, панмиксными, а приближались к моделям, описанным Райтом в 1931 г. Речь идет о крупных популяциях, подразделенных на много мелких демов, почти не скрещивающихся между собой. Предполагают, что при скрещивании ранее изолированных групп возникал новый стимул развития головного мозга в виде эффекта гетерозиса (см. с. 31). Современная генетика хорошо изучила биологические последствия эндогамии и экзогамии. В этих условиях норма реакции организма на внешние воздействия изменяется. Однако рассматривать этот фактор в отрыве от условий окружающего мира было бы односторонне.

*Роль социальных факторов антропогенеза* в гоминизации головного мозга раскрывается в трудовой теории Ф. Энгельса. Можно говорить о дочеловеческих предпосылках развития труда и интеллекта. Это — манипулирование предметами, стадность, прямохождение.

Манипулирование предметами «разнообразит» среду обитания, способствуя развитию мозга. Главный источник исследовательской деятельности обезьян — потребности питания, активный поиск новых видов пищи. Обезьяна обращает внимание на все единичные предметы, начиная манипулировать ими. Исследовательский интерес превышает пищевые потребности, обезьяну привлекают все окружающие предметы независимо от их «съедобности». Любопытство, любознательность — посылки развития интеллекта.

Стадность антропоидов предшествует социальности, свойственной людям. Стадность приводит в действие рефлекс подражания, служит источником дополнительных сенсорных стимулов, способствующих развитию головного мозга. Внутрстадная иерархия основана на законах биологии. Переход от животного стада к человеческому коллективу, т. е. от стадных отношений к социальным, сопровождался снятием чисто биологических отношений и активизацией корковых механизмов подавления агрессивности.

Прямохождение возникло до появления древнейших людей. Палеонтологические находки свидетельствуют, что наши антропоидные предки были прямоходящими существами. Прямохождение увеличивало обзор местности, повышало уровень сенсорных воздействий и тем самым давало новый стимул своему совершенствованию. Прямохождение освободило верхние конечности от участия в акте локомоции, что способствовало развитию манипуляторной активности и сделало возможным возникновение трудовой деятельности.



Каковы же механизмы формообразующего влияния труда на развитие мозга? Сегодня непринемлемо решение этого вопроса в духе лавинных идей об употреблении или неупотреблении органов. Подобные неолавинские подходы в свое время были развенчаны известным советским психологом Л. С. Выготским. Единственно научный путь открывает нам учение Ч. Дарвина о формообразующем действии естественного отбора. Последний был особенно эффективен благодаря увеличению у древних людей размаха индивидуальной изменчивости головного мозга. Прогрессивное развитие областей мозга, ответственных за сложные формы поведения и отражения окружающего мира, было связано с необходимостью так называемого социального наследования (Н. П. Дубинин, 1971). Оно представляло собой сумму знаний и предметов, созданных на основе этих знаний данной группой человечества на определенный момент его истории. Лучшее или худшее усвоение социальной программы зависело от способностей мозга воспринимать, хранить и перерабатывать информацию. От этого зависела судьба не изолированного члена первобытного коллектива, а племени в целом. Если в ходе мутаций головной мозг приобретал некоторые положительные черты строения, племя выживало в суровых битвах с окружающей средой и себе подобными. Тогда эти особенности, закрепленные наследственно, передавались последующим поколениям.

Таким образом, труд и программа социального наследования оказывали на головной мозг не прямое, а опосредованное естественным отбором действие. Антропогенез находился постоянно под контролем социогенеза. Преимущество выживания имели группы человечества с более зрелыми внутригрупповыми социальными отношениями.

## **СОМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Периферическая нервная система образована черепными и спинномозговыми нервами, узлами и сплетениями вегетативной (автономной) нервной системы. Ее основу составляют нервные волокна — отростки клеток, расположенных в головном и спинном мозге, а также в нервных узлах, — обеспечивающие передачу импульсов от периферии к центру (чувствительные волокна), от центра к скелетной мускулатуре (двигательные волокна), от центра к внутренним органам, сосудам и железам (вегетативные волокна).

Соматическая часть периферической нервной системы включает 12 пар черепных и 31 пару спинномозговых нервов.

Последовательность черепных нервов строится от переднего отдела головного мозга к заднему: I — обонятельный нерв, II — зрительный, III — глазодвигательный, IV — блоковый, V — тройничный, VI — отводящий, VII — лицевой, VIII — преддверно-улитковый, IX — языкоглоточный, X — блуждающий, XI — добавочный, XII — подъязычный. Черепные нервы включают волокна всех перечисленных видов (нервы смешанного строения): V, IX, X пары, или только двигательные волокна: III, IV, VI, VII, XI, XII пары, или только чувствительные волокна: I, II, VIII пары; III и VII пары нервов наряду с соматическими содержат и вегетативные волокна.

Спинномозговые нервы делятся на следующие группы: 8 пар шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, 1 пара копчиковая.



Стволы спинномозговых нервов образуются от соединения задних и передних корешков. Исключением служит I шейный нерв с более толстым передним корешком. Задние корешки образованы входящими в спинной мозг чувствительными волокнами — отростками нервных клеток спинномозговых узлов, передние — двигательными волокнами от мотонейронов передних рогов спинного мозга. Спинномозговые нервы, смешанные по своему составу, включают как чувствительные, так и двигательные волокна (лишь задняя ветвь I шейного нерва исключительно двигательная). Они отдают 4 ветви: переднюю, заднюю, оболочечную (к оболочкам спинного мозга) и соединительную (к узлам симпатического ствола как части вегетативной нервной системы — см. ниже). Задние ветви, как правило, тоньше передних. Исключение представляет I шейный нерв, ветви которого равновелики, и II шейный нерв с более толстой задней ветвью.

Передние ветви спинномозговых нервов образуют сплетения: шейное, плечевое, поясничное, крестцово-копчиковое, — от которых отходят волокна, иннервирующие части опорно-двигательного аппарата. Задние ветви идут самостоятельно к мышцам затылка, спины, поясницы и частично ягодиц, иннервируя кожу и глубокую (аутохтонную) мускулатуру.

Периферическая нервная система образует ряд сплетений. Их подразделяют на вне- и внутриорганные, внутриствольные и внутринервные. Примером висеральных служат перечисленные выше сплетения, образованные передними ветвями спинномозговых нервов (кроме грудных). Внутриорганные сплетения есть, например, в мышцах, внутренних органах. Внутриствольное и внутринервное сплетения представляют собой сложное переплетение волокон в пределах нерва. Внеорганные сплетения включают магистральные стволы и коллатеральные ветви — постоянные и непостоянные. Каждый нерв имеет определенную зону действия, расширение которой связано с непостоянными ветвями. Некоторые зоны иннервации могут перекрывать друг друга. Непостоянные ветви чаще идут к адвентиции кровеносных сосудов, капсуле суставов, фасциям и надкостнице, значительно реже к мышцам.

**Строение периферического нерва.** Нервные стволы содержат отдельные пучки, окруженные периневрием. Пучки состоят из волокон — отростков нервных клеток, покрытых эндоневрием. Диаметр волокон варьирует. Часть их располагается в «футляре» из миелина — миелиновые волокна; амиелиновые волокна лишены этого покрова.

Присутствие миелиновой оболочки увеличивает скорость проведения импульсов по нерву. Амиелиновые волокна образуют полнаксональную оболочечную систему. Ее аксоны окружены клетками-сателлитами (шванновскими). Аксон вдавлен в тяж шванновских клеток, и плазматическая оболочка последних образует некоторое подобие брыжейки — мезаксон. Волокна, которые должны покрыться мягкой оболочкой, никогда не принадлежат полнаксональным оболочечным системам. Каждый аксон здесь связан с одной шванновской клеткой. Вначале аксон располагается на периферии клетки-сателлита, затем «вдавливается» в нее, что приводит к впячиванию плазматической оболочки, образующей «брыжейку» — мезаксон. Мезаксон спирально разрастается вокруг аксона, в местах соприкосновения складок, разросшегося мезаксона образуется миелин. По ходу мягкотного волокна миелиновый покров местами истончается, образуя перехваты Ранвье. Это биологически активные участки нерва, где скапливаются митохондрии, ионы, продукты метаболизма нерва.



Существуют два крайних варианта строения периферического нерва: малопучковый (нерв тонкий, состоит из небольшого количества крупных пучков при компактном расположении волокон в пучке) и многопучковый: нерв толстый, образующие его пучки меньше диаметра, расположение волокон в пучке рыхлое. Количество волокон в составе нерва весьма изменчиво: локтевой нерв на уровне середины плеча содержит 13 000—18 000 волокон, срединный на том же уровне — 19 000—32 000, мышечно-кожный нерв — 3 000—12 000. Однако индивидуальные колебания числа волокон в комплексах нервов уменьшены. Так, суммарно в срединном и мышечно-кожном нерве содержится 27 500—36 700 волокон.

Нервные стволы отличаются по диаметру слагающих их волокон: мелкие и средние миелиновые волокна составляют в срединном нерве 11—45%, локтевом — 9—37, лучевом — 10—27%. В кожных нервах этих волокон больше (60—80%), чем в мышечных нервах (18—40%). В межреберных нервах их больше (70—80%), чем в нервах конечностей (36—38%).

Различие числа и диаметра волокон позволяет говорить о морфологической вариабельности у отдельных людей нервных стволов, определяющей во многом клинические различия при одностипных повреждениях нервов. Одной из ее причин служит асимметрия в строении периферических нервов. Асимметрия нервной системы человека — эволюционное приобретение.

Уровень вариабельности неодинаков для разных морфонеурологических характеристик и по-разному связан с показателями физического развития и возрастом. Для бедренно-полового и подвздошно-пахового нервов было показано, что число пучков волокон в них не зависит от возраста, длины и массы тела человека, тогда как площадь поперечного сечения пучков тесно связана с этими показателями.

**Возрастные и половые различия.** Спектр распределения волокон в составе периферического нерва изменяется с возрастом — число миелиновых волокон повышается. Так, в нервах нижней косой мышцы головы 4-месячных плодов их насчитывается 818, у новорожденных — 1694, у годовалых детей — 2387, у 2-летних — 2403, затем их количество остается неизменным до старости.

Об уменьшении в старости количества миелинизированных волокон свидетельствуют данные, приводимые для преддверно-улиткового нерва. Общее число этих волокон у лиц в возрасте 22—25 лет было в пределах 16 040—18 359, к 75—85 годам оно снизилось до 9 274—15 980. С возрастом уменьшаются общее число нервных волокон и плотность их расположения в нерве. Количество нервных волокон и плотность их расположения больше у мужчин.

Возрастная редукция числа волокон затрагивает в первую очередь волокна большого диаметра. Это связано с уменьшением в процессе старения числа нервных клеток в основном за счет гибели крупных клеток. Поэтому площадь тел сохранившихся нейронов и их ядер снижается с возрастом (табл. X.4).

Об отмирании с возрастом части нервных клеток косвенно свидетельствует увеличение доли нейронов атипичного строения (типичными являются уни- и биполярные клетки, т. е. отдающие один или два отростка) — табл. X.5.

Старение периферической нервной системы идет в определенной последовательности: раньше других изменениям подвергаются клетки спинного мозга, позже — корешки спинномозговых нервов и лишь затем периферические нервы. В протоплазме мотонейронов увеличивают-



ся отложения пигмента — липофусцина, тигроидное вещество оттесняется к периферии клеток, изменяются контуры клеток и их ядер. Дегенеративной перестройке в первую очередь подвергаются миелиновые волокна большого диаметра. Происходит распад миелина, нервные стволы склерозируются. Считается, что изменениям нервных волокон предшествуют преобразования соединительнотканной стромы и сосудов нерва. Расстояние между перехватами Ранье с возрастом уменьшается, а вариабельность этого показателя увеличивается. Возрастная атрофия и склероз периферических нервов определяют в известной мере наблюдающееся в пожилом и старческом возрасте снижение мышечной силы, угасание сухожильных и периостальных рефлексов, трофические нарушения и т. п.

Таблица X.4

Возрастные особенности нейронов  
нодозного ядра блуждающего нерва  
(по Гугулашвили, 1969)

Возраст в годах	Площадь тела нейрона, мкм <sup>2</sup>	Площадь ядра, мкм <sup>2</sup>
22—44	823,5	90,30
45—59	713,3	75,90
60—74	639,0	74,40
75—89	620,5	71,26
90 и старше	208,4	70,50

Таблица X.5

Возрастные особенности частоты атипичных  
нейронов гассерова узла, %  
(по Fernander, 1967)

Возраст в годах	%	Возраст в годах	%
15—24	7,21±2,30	45—54	14,35±3,70
25—34	9,63±4,81	55—64	17,80±6,39
35—44	11,50±2,69	65—75	19,66±5,40

Обусловленная возрастом гибель нервных клеток и уменьшение числа нервных волокон периферических нервов ведут к сокращению числа нервных окончаний, выполняющих функции рецепторов.

Особенности структуры нерва определяют его функциональные характеристики, в частности скорость проведения импульсов. Считается, что скорость проведения импульсов в тонких миелиновых и немиелиновых волокнах медленная (0,2—1,6 м/с), в толстых миелиновых волокнах — быстрая (90—120 м/с).

**Влияние физических нагрузок на строение нерва.** В двигательных нейронах передних рогов спинного мозга при умеренных мышечных нагрузках усиливается образование нуклеопротеидов, активизируются гидролитические ферменты.

Физические нагрузки отражаются на строении периферических нервов. Как показано многочисленными опытами, физические нагрузки ускоряют миелинизацию нервных волокон, улучшая тем самым условия проведения импульсов по нерву.

Выше отмечалось, что с возрастом соотношение мягкотных волокон разного диаметра в составе периферических нервов меняется: доля волокон малого и среднего диаметра увеличивается, большого диаметра — уменьшается. Это объясняется преимущественной естественной убылью крупных нейронов, толщина аксона которых значительна. Результатом служит ухудшение условий проведения нервных импульсов. Важно отметить, что физические нагрузки умеренной интенсивности придают иной характер перестройке спектра нервных волокон: повышается доля волокон большого и среднего диаметра с улучшением условий проведения импульсов по нерву.

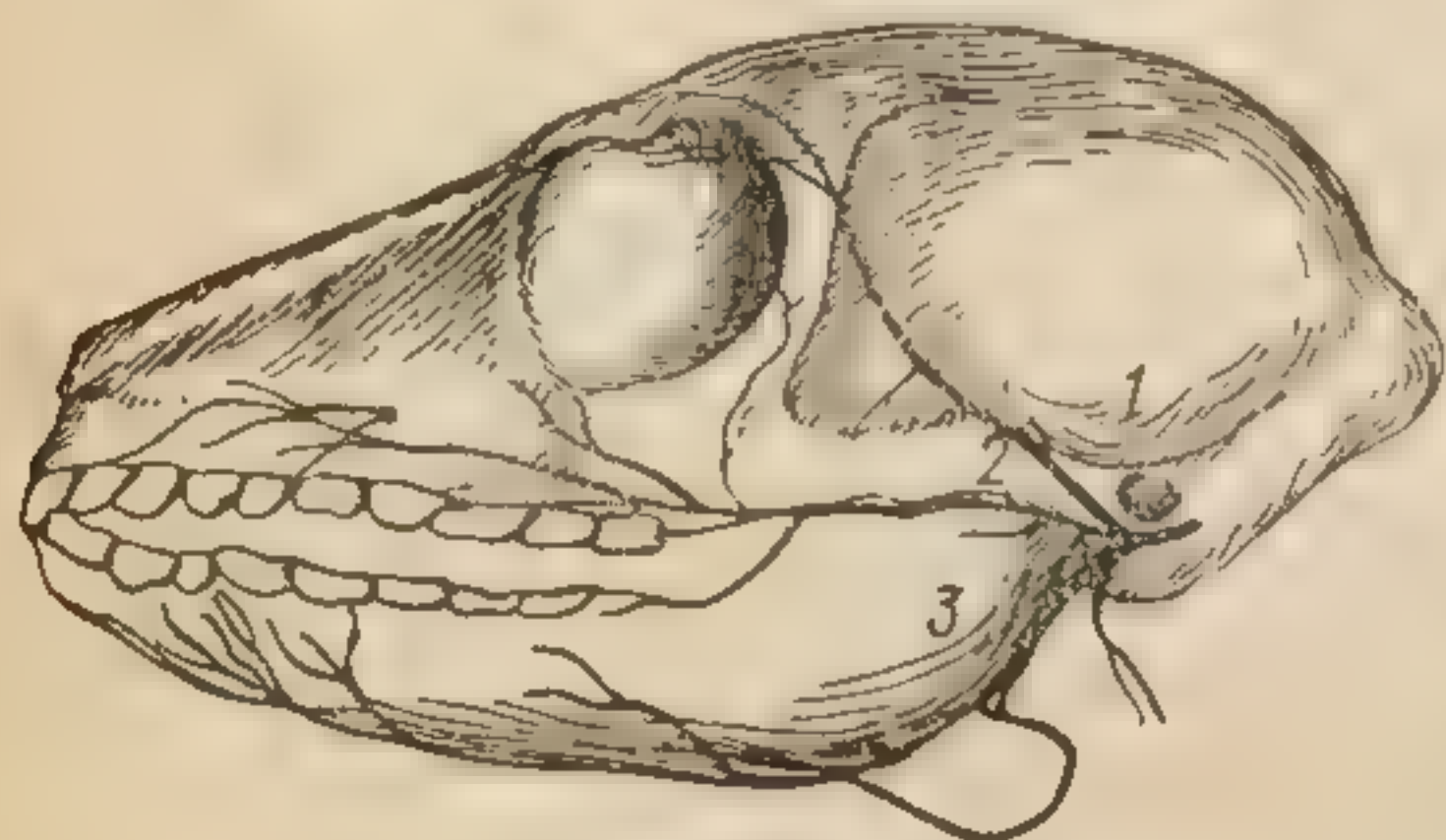


## ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ОТДЕЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

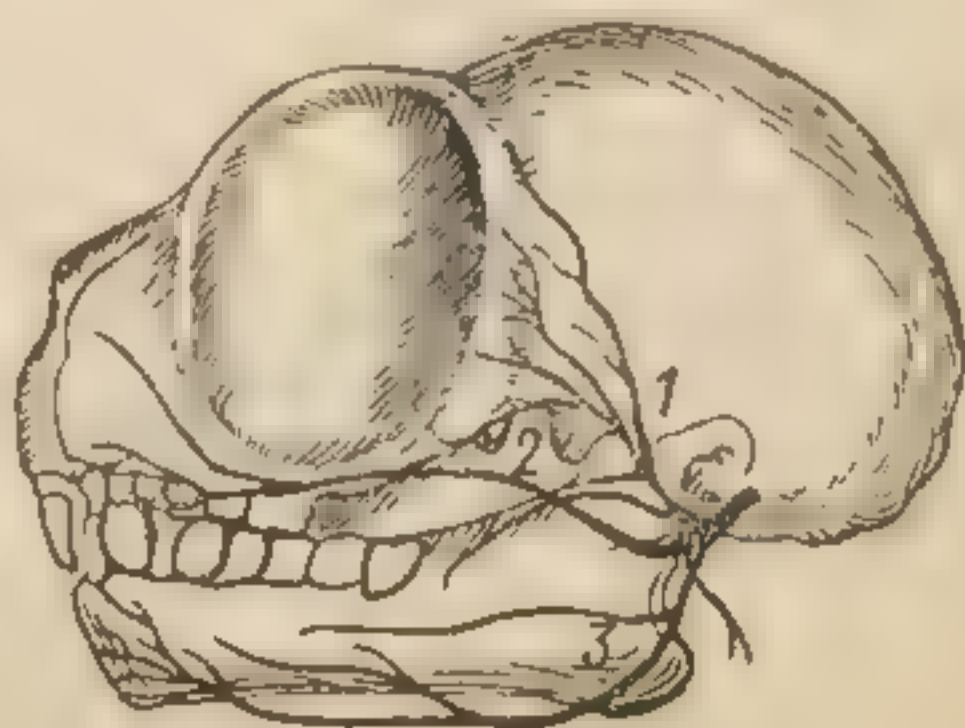
Особенности формирования, хода и ветвления периферических нервов весьма изменчивы. Остановимся для примера на вариациях одного из черепных (лицевого) нервов и образовании плечевого сплетения. При этом мы полагаем, что межпопуляционные и межвидовые различия частоты неврологических признаков имеют генетическую природу и не должны поэтому упускаться из внимания.

**Лицевой нерв.** Иннервирует мимическую мускулатуру. Выделяют шесть типов его ветвления:

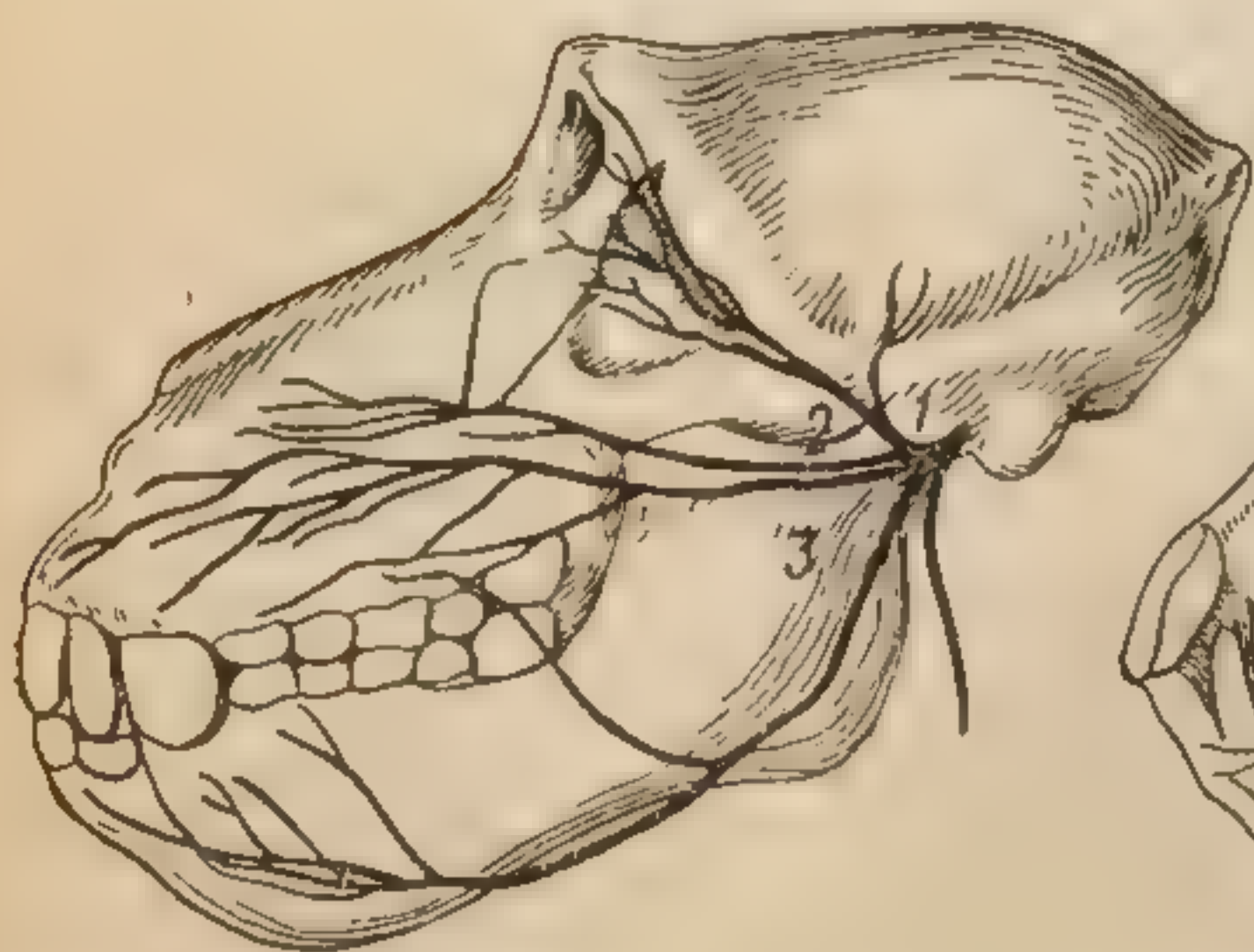
I — ветви идут изолированно друг от друга (22%); скуловые



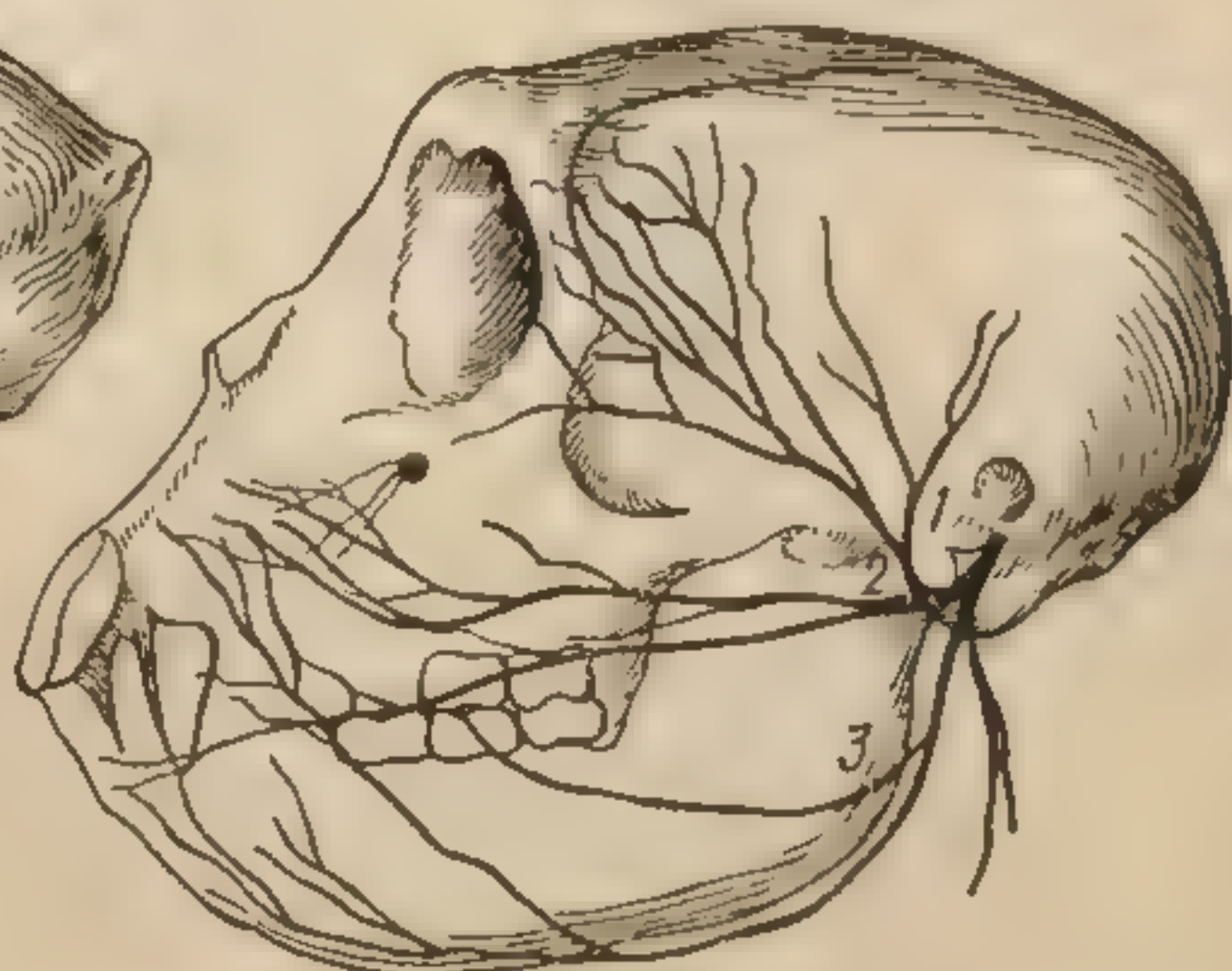
Лемур



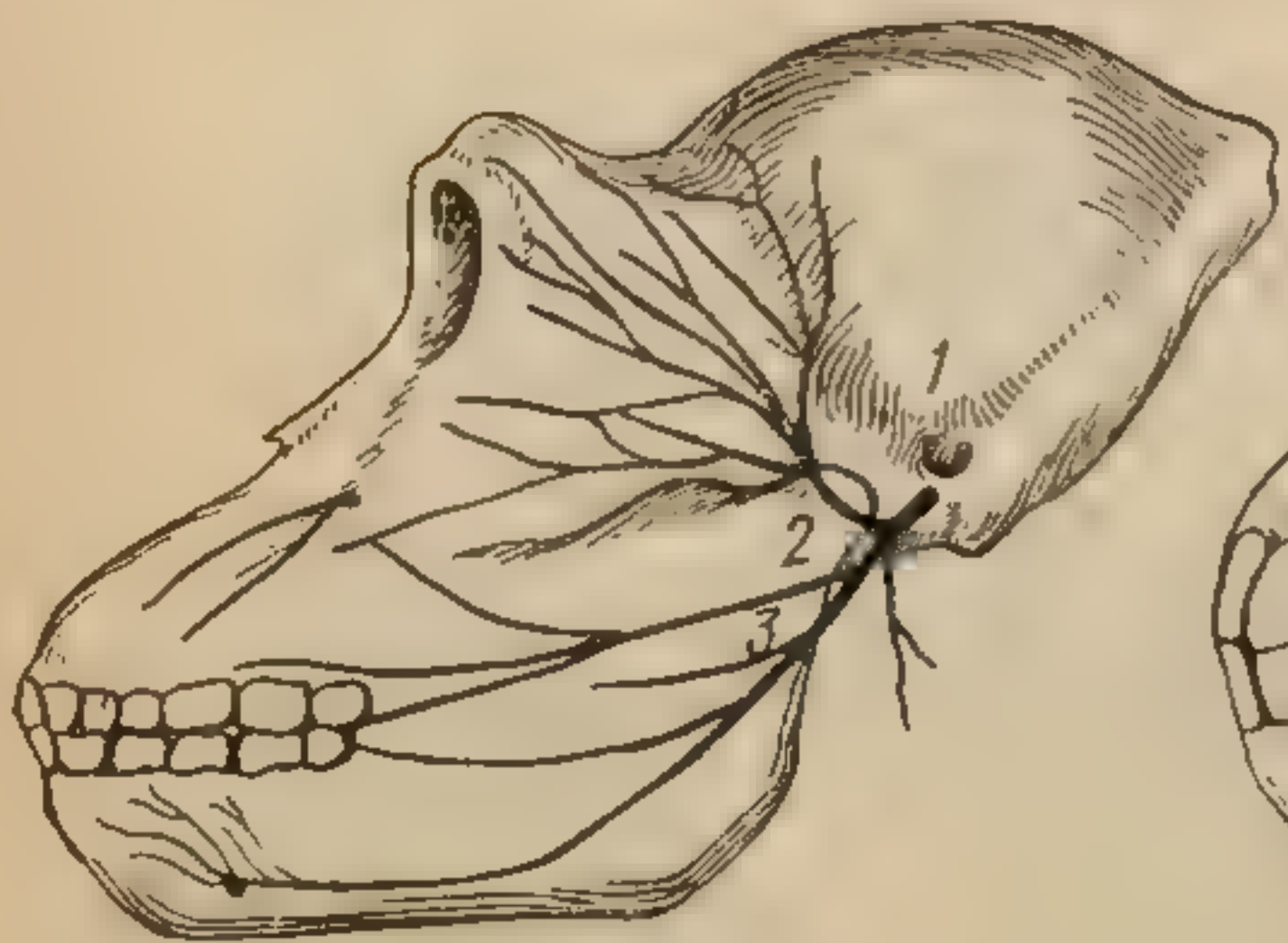
Долгопят



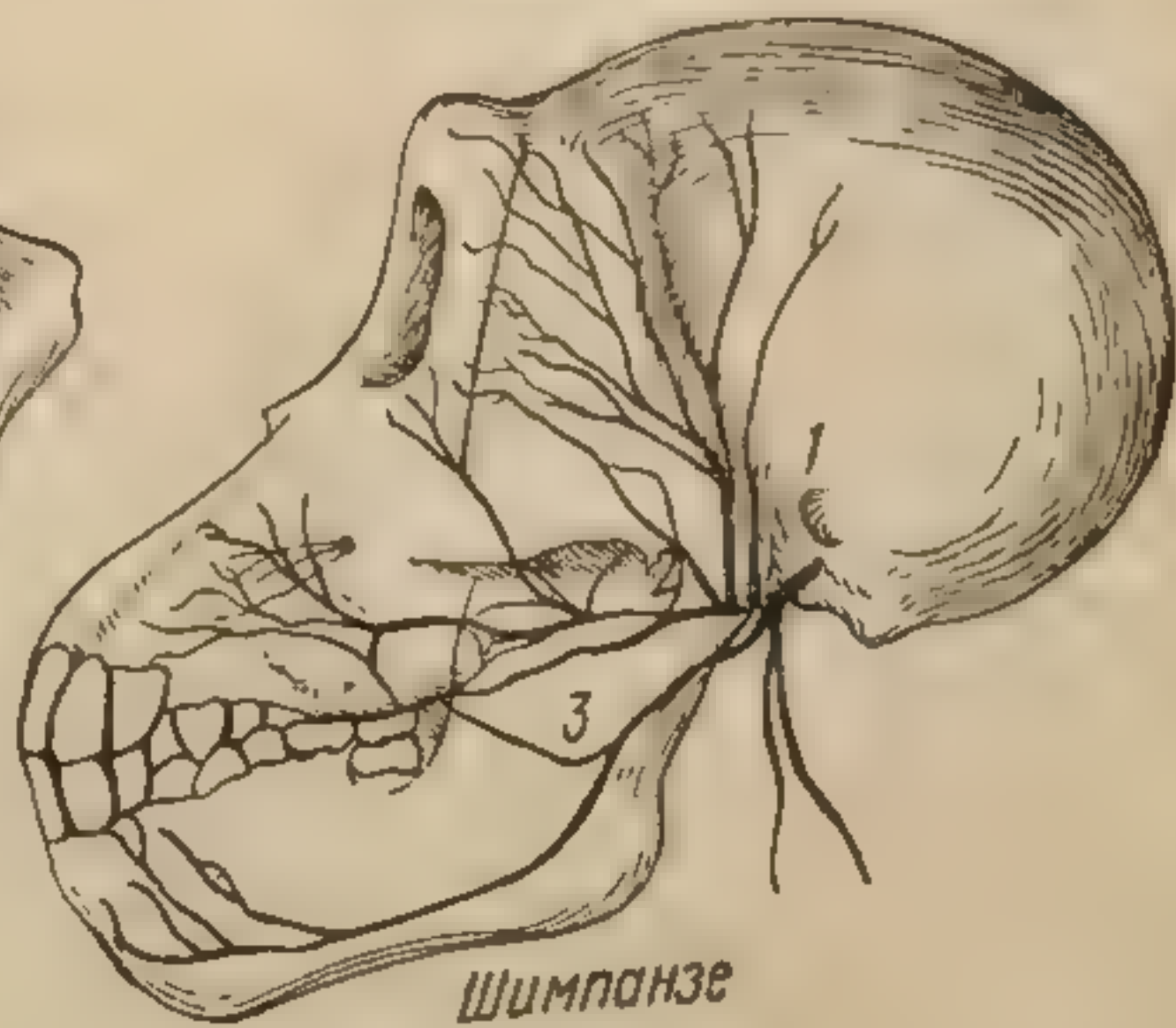
Гамадрил



Макак



Горилла



Шимпанзе

Рис. X.7. Топография ветвей лицевого нерва по отношению к костям черепа у приматов разных видов (по Бобину, 1967): 1 — височная ветвь; 2 — верхнечелюстная ветвь; 3 — нижнечелюстная ветвь



ветви не связаны с щечными, а иногда и с височными; щечные ветви, красная ветвь нижней челюсти и шейная не имеют связей;

II — между скуловыми и щечными ветвями существуют связи, между остальными ветвями связи непостоянны (25%);

III — контакты скуловых и щечных ветвей усложняются, височные ветви образуют слабо выраженное сплетение (22%);

IV — верхний ствол лицевого нерва сложно ветвится, нижний распадается на идущие параллельно и относительно изолированно ветви (12%);

V — как верхний, так и нижний стволы подвержены сложному ветвлению (8%);

VI — ветвление нерва максимально усложнено, большое число связей между отдельными ветвями (10%).

Лицевой нерв приматов отличается меньшей разветвленностью, чем у человека. Это соответствует меньшей дифференцированности мимической мускулатуры у приматов. Эволюция их лицевого нервно-мышечного аппарата привела к разобщению ветвей, с одной стороны, и усложнению связей между отдельными ветвями на периферии — с другой. Наибольшая сложность строения лицевого нерва среди приматов свойственна горилле и шимпанзе. У них присутствуют две основные ветви лицевого нерва: височнолицевая и шейнолицевая, образует-ся околоушное сплетение, лучше развитое у шимпанзе. Для шимпанзе и гориллы характерны многочисленные связи лицевого нерва с тройничным, языкоглоточным, блуждающим и ветвями шейного сплетения. По сложности ветвления лицевого нерва высшие антропоиды приближаются к *Homo sapiens*.

Ход ветвей лицевого нерва определяется формой лицевого черепа (рис. X.7). Так, у лемура при удлинённом лицевом скелете ветви этого нерва отходят под углом  $80^\circ$ . У гориллы угол между основными ветвями нерва —  $60-68^\circ$ , у шимпанзе —  $65-70^\circ$ .

**Плечевое сплетение.** Образовано передними ветвями нижних шейных спинномозговых нервов ( $C_3-C_8$ ) и верхних грудных нервов. Существуют шесть типов формирования плечевого сплетения (рис. X.8). Наиболее часто (55,5%) встречается III тип, при котором сплетение образуется спинномозговыми нервами  $C_4-C_8$  и  $Th_1-Th_2$ . Реже (24,2%) встречается тип V, когда в образовании сплетения дополнительно участвует третий шейный спинномозговой нерв ( $C_3$ ). В 8,2% случаев встречается тип II. Остальные типы редки: I — 2,8%; IV — 4,2, VI — 4,5%.

Е. Лот приводит данные литературы о верхней границе плечевого сплетения у представителей разных рас. Так, вхождение в состав сплетения передней ветви  $C_4$  отмечено у европеоидов в 63% случаев, у негроидов — в 60, у монголоидов (японцы) — в 29%. Пятый шейный нерв служит верхней границей сплетения у европеоидов в 3—27% случаев, у американских негров — в 40, у японцев — в 70%. Рассмотрев межпопуляционные отличия более подробно, пользуясь приведенной классификацией (см. рис. X.8). У японцев (200 препаратов, взятых у плодов, и 450 у взрослых) и корейцев (180 препаратов) преобладает тип I. У североамериканских белых (85 наблюдений) и негров (90 случаев) — тип III. У европеоидов нерв  $C_4$  принимает участие в образовании плечевого сплетения вдвое чаще, чем у монголоидов (японцы, корейцы).

Обезьяны в отличие от человека демонстрируют каудальный сдвиг источников формирования плечевого сплетения:  $C_3$  не участвует в образовании сплетения, участие  $C_4$  в отличие от  $Th_2$  непостоянно. Так, у



макака чаще всего (86,7%) сплетение образуется нервами  $C_5-Th_2$ . Если у человека  $Th_2$  принимает участие в образовании сплетения в 59% случаев, то у макак разных видов это происходит в 62—91%. У гиббона сплетение образуется чаще за счет  $C_6-C_8$ , реже —  $C_5-Th_1$  с добавлением  $C_4$  и  $Th_1$  в отдельных случаях. У орангутана —  $C_4-Th_2$ ; у гориллы и шимпанзе —  $C_4-Th_1$ . Хотя в литературе нет точных количественных данных о частоте отдельных вариантов у антропоидов, отмечается крайнее непостоянство вхождения  $C_4$  при формировании плечевого сплетения у гиббона и постепенное нарастание доли его участия у других антропоморфных обезьян.

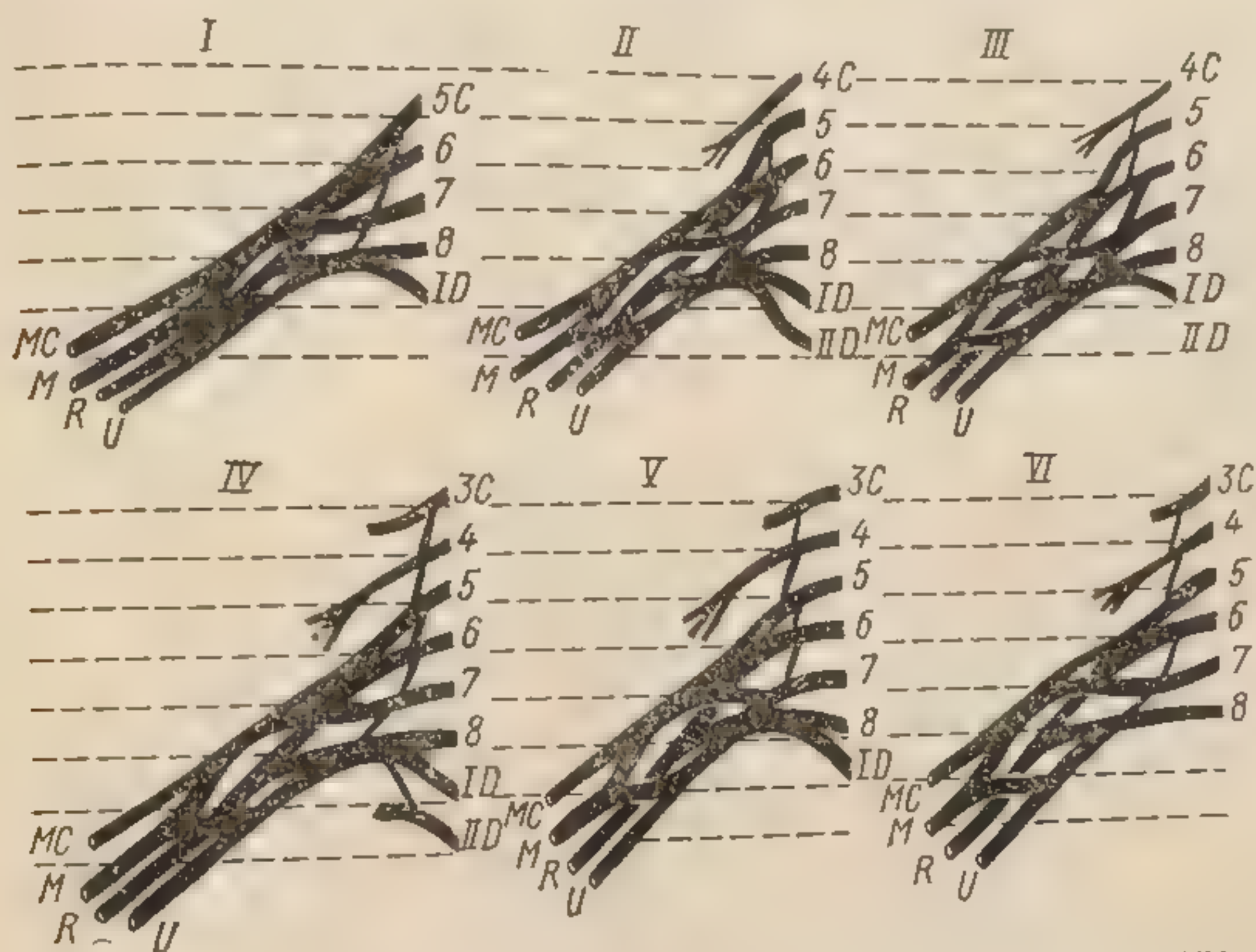


Рис. X.8. Типы формирования плечевого сплетения у человека (по Loth, 1931)  
3, 4, 5, 6, 7, 8 C, I, II D — номера шейных (C) и грудных (D) спинномозговых нервов, входящих в сплетение. MC — мышечно-кожный, R — лучевой, U — локтевой, M — срединный нервы верхней конечности.  
I—VI — типы сплетения

Итак, рассмотренные варианты строения периферических нервов встречаются с неодинаковой частотой в разных группах. Это объясняется различиями наследственного фонда у современного человечества и условий роста и развития организма в период эмбриогенеза. Варианты строения периферической нервной системы у современного человека лишены эволюционного значения и не могут служить поводом к разграничению «высших» и «низших» рас.

## АВТОНОМНАЯ (ВЕГЕТАТИВНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Вегетативная нервная система является той частью единой нервной системы, которая регулирует процессы так называемой «вегетативной», или «растительной» жизни организма, т. е. кровообращения, дыхания, обмена веществ, пищеварения, выделения, терморегуляции и т. д. Она иннервирует внутренние органы, железы внутренней секреции,



сердце и кровеносные сосуды, а также скелетную мускулатуру, регулируя в ней обмен веществ.

Наряду с термином «вегетативная» используется также другое название — автономная нервная система, которое отражает относительную ее независимость (независимость от сознания). Между тем все отправления автономной нервной системы находятся под контролем головного мозга. Важная роль в этом контроле принадлежит мозжечку, гипоталамическим центрам и лобной коре. Основным морфологическим субстратом автономной нервной системы — узлы, или ганглии. Поэтому в 1771 г. Джонстон предложил ее называть ганглиозной. Однако узлы (спинномозговые) имеет и анимальная (соматическая) нервная система. Кроме того, автономная нервная система включает не только периферическую, но и центральную части — в пределах головного и спинного мозга.

**Отличия автономной нервной системы от анимальной.** Автономная нервная система отличается меньшей специализированностью и большей примитивностью организации. Эволюционные преобразования затронули ее в меньшей степени, чем анимальную. Влияние автономной нервной системы более генерализовано: она выполняет адаптационно-трофическую функцию в отношении всех органов и тканей, тогда как анимальная распространяет свое действие лишь на скелетную мускулатуру (последняя, как уже говорилось, имеет двойную иннервацию, исходящую от обеих систем). Нейроны анимальной нервной системы располагаются более кучно и компактно. Здесь нет (за исключением спинномозговых узлов) ганглиев, вынесенных на периферию. Характернейшая особенность автономной нервной системы — наличие периферических ганглиев. Нейроны анимальной нервной системы отличаются разнообразием размеров и строения (гигантские пирамиды Беда и небольшие клетки-зерна в коре полушарий, клетки Пуркинье в мозжечке и т. п.). Нейроны вегетативных ганглиев варьируют по величине в меньшей степени, но морфологически они также неоднородны. В конце прошлого — начале настоящего столетия А. С. Догель описал в нервных сплетениях пищеварительного тракта несколько типов вегетативных нейронов. Сейчас их называют клетками Догеля I, II и III типов. Они мультиполярны. Обращает внимание величина и характер ветвления дендритов. У нейронов типа I дендриты самые короткие и нередко ветвятся в пределах капсулы. У нейронов III типа дендриты средней длины, но не выходят за пределы ганглия. Нейроны II типа имеют длинные дендриты, заканчивающиеся рецепторами на периферии, например в гладких мышцах. По гениальному предвидению А. С. Догеля, подтвержденному современными гистологами, нейроны I типа эфферентные, II — афферентные, III — вставочные (ассоциативные).

Калибр волокон автономной нервной системы меньше, чем анимальной: 1—4,5 мкм по сравнению с 3—18 мкм.

Функциональные различия волокон двух систем проявляются, во-первых, в разной скорости проведения нервных импульсов: в волокнах автономной нервной системы она меньше и равна 0,3—10 м/с, в анимальной — от 12 до 100 м/с. Во-вторых, нейроны автономной нервной системы отличаются меньшей возбудимостью.

Простейшая рефлекторная дуга в анимальной и автономной нервной системе имеет трехнейронное строение: I нейрон (афферентный) располагается в спинномозговом узле; II нейрон (ассоциативный) в анимальной нервной системе принадлежит заднему рогу спинного мозга, его аксон направляется к мотонейронам передних рогов (III ней-



рон); в автономной нервной системе II нейрон лежит в боковом роге серого вещества (интермедиолатеральное ядро), а его аксон уходит на периферию к одному из вегетативных ганглиев; III нейрон (эфферентный, эффекторный) в автономной нервной системе вынесен на периферию в вегетативный ганглий. Два последних вегетативных нейрона называются соответственно предуловым (преганглионарным) и послеуловым (постганглионарным). Аксон первого окружен миелиновой оболочкой (мякотный), аксон второго ее лишен (безмякотный). В ганглии осуществляется синаптическая связь этих нейронов. Если на вегетативный узел воздействовать 0,2—0,5%-ным раствором никотина, передача возбуждения в ганглии прекратится. Если подвергнуть тому же воздействию спинномозговой узел, на передаче импульсов это не отразится. Различие эффекта объясняется тем, что никотин прекращает передачу возбуждения в синапсе.

Иногда вегетативную нервную систему рассматривают лишь как эффекторное звено нервной системы, контролирующее органы «растительной» жизни. Это не соответствует современным нейрогистологическим и физиологическим данным, согласно которым в ганглиях автономной нервной системы имеются собственные чувствительные нейроны в виде клеток II типа Догеля и ложноуниполярных нейронов (последние обнаружены в нервных сплетениях пищеварительного тракта и интрамуральных ганглиях некоторых внутренних органов). Кроме того, вегетативные нейроны имеют собственную афферентную иннервацию; существует прямой афферентный путь от периферического вегетативного нейрона в центральную нервную систему.

Нейроны вегетативных ганглиев отличаются морфологическим многообразием синаптических связей, образующихся по типу аксон — сома, аксон — дендрит, дендрит — дендрит, аксон — аксон. Дендриты нескольких постганглионарных нейронов (I типа Догеля), сплетаясь, образуют корзинки, на которых находятся перичеселлюлярные синапсы преганглионарных волокон центральных нейронов. Один преганглионарный нейрон контактирует со многими постганглионарными (например, в верхнем шейном симпатическом узле человека их насчитывается в среднем 196), а на постганглионарном нейроне образуют свои синапсы несколько преганглионарных. В этом заключается морфологическая предпосылка феноменов мультипликации (генерализации возбуждения) и конвергенции. Определенную направленность импульсы приобретают лишь в постганглионарном нейроне.

**Морфофункциональная дифференцировка.** Автономная нервная система морфологически и функционально делится на два отдела: симпатический и парасимпатический. Они отличаются друг от друга и по многим характеристикам.

### Морфологические отличия

1. Центры симпатической нервной системы более компактны. Они располагаются в боковых рогах спинного мозга в грудно-поясничном его отделе (рис. X.9). Центры парасимпатической системы более разобщены. Они локализируются в среднем мозгу (ядро Якубовича), мосту (верхнее слюноотделительное), в продолговатом мозгу (нижнее слюноотделительное и дорсальное ядра блуждающего нерва), а также в крестцовом отделе спинного мозга (рис. X.10).

2. Симпатические узлы располагаются ближе к центральной нервной системе (околопозвоночные, промежуточные, предпозвоночные), чем парасимпатические, находящиеся в стенке органов (интрамуральные). Поэтому преганглионарный нейрон симпатической системы имеет



более короткий, а парасимпатической — более длинный аксон, чем постганглионарный. Однако на периферии симпатические и парасимпатические нейроны нередко соседствуют друг с другом в интрамуральных ганглиях и симпатических узлах. Количественные соотношения этих клеток в разных ганглиях пока не уточнены.

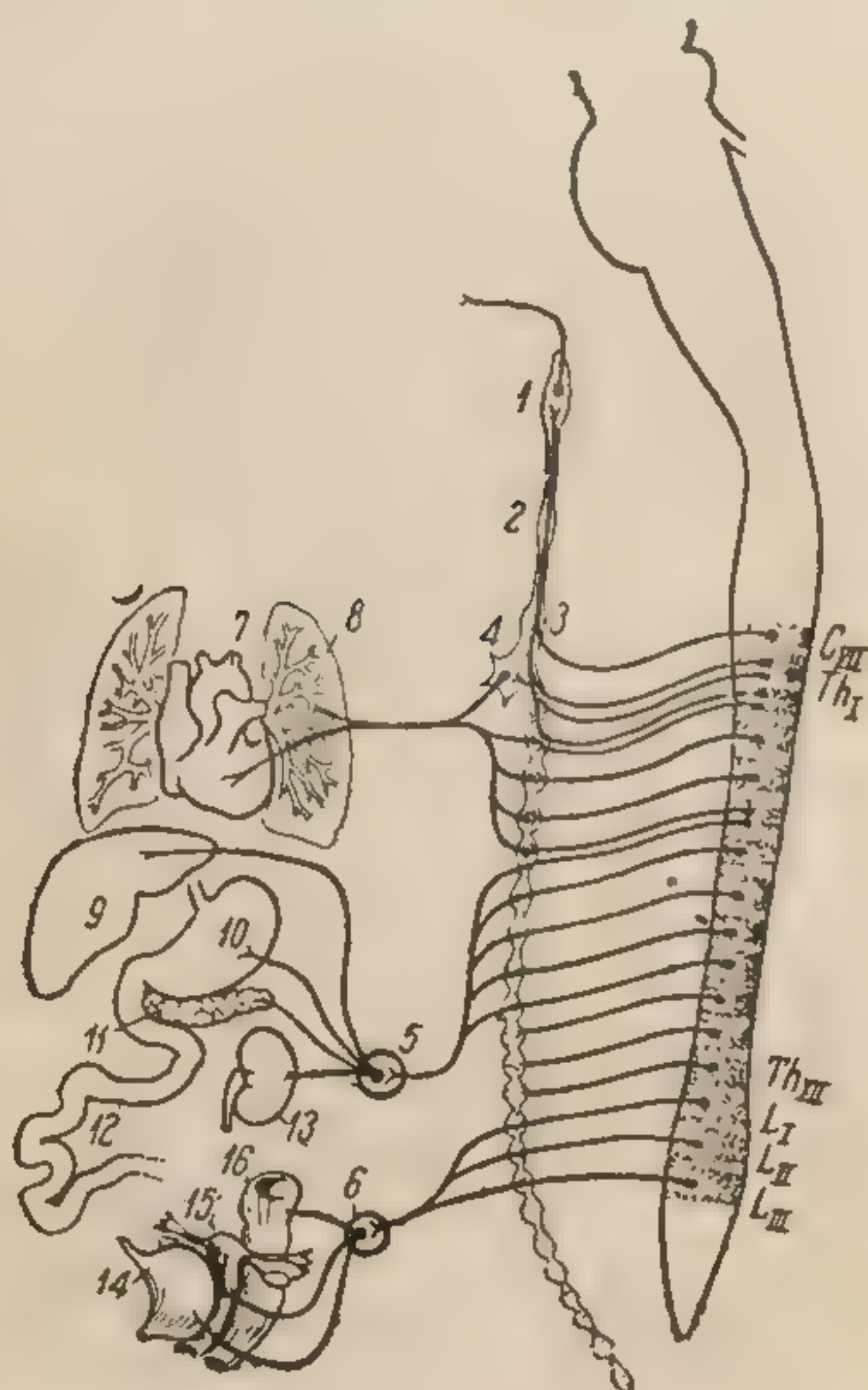


Рис. X.9. Схема симпатической иннервации (по Тонкову): С — шейные; Th — грудные; L — поясничные спинномозговые нервы.  
1 — верхний шейный; 2 — средний шейный; 3 — нижний шейный; 4 — звездчатый ганглий; 5 — солнечное сплетение; 6 — надчревный узел; 7 — сердце; 8 — легкое; 9 — печень; 10 — желудок; 11 — поджелудочная железа; 12 — кишечник; 13 — почка; 14 — мочевой пузырь; 15 — матка; 16 — прямая кишка

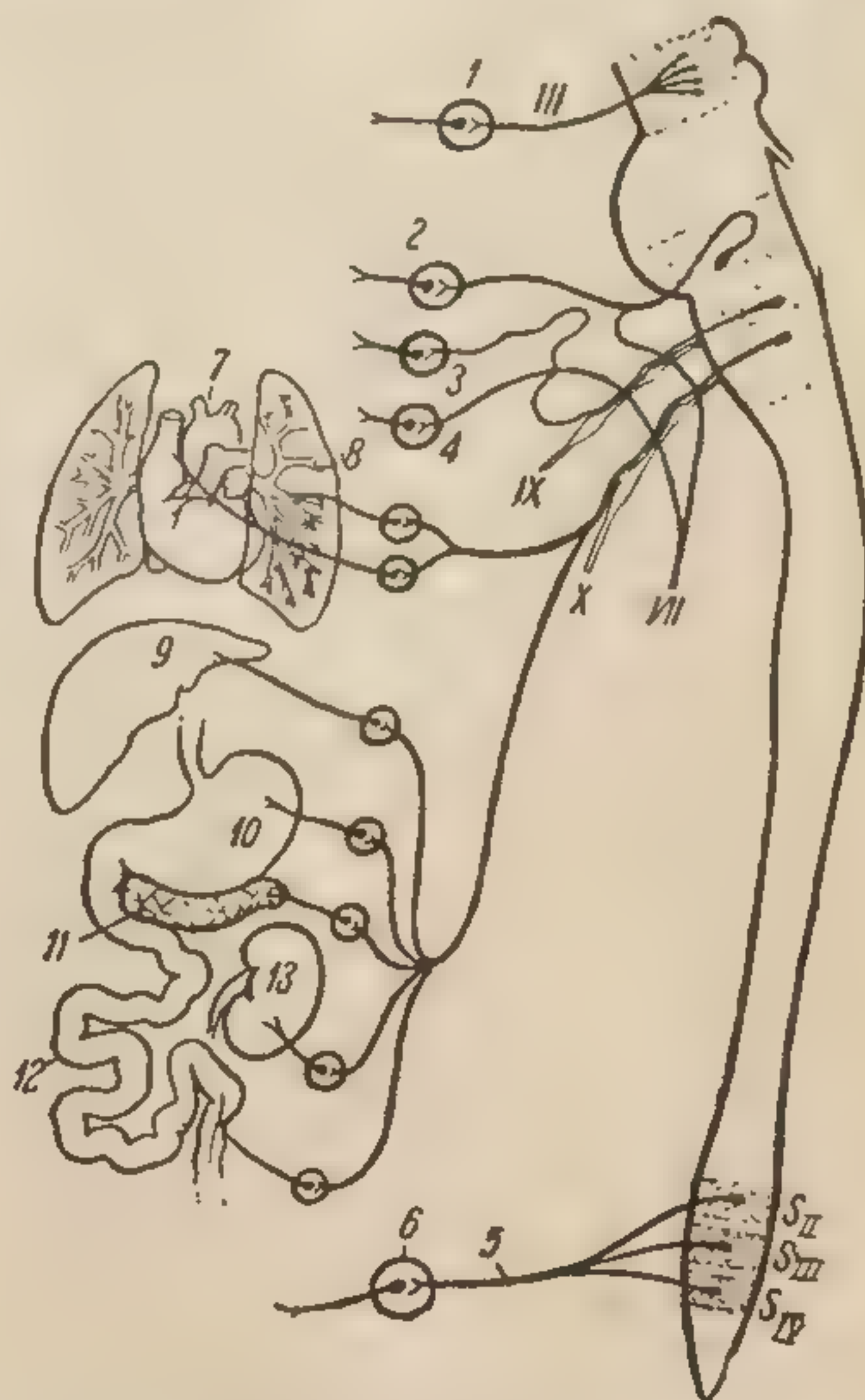


Рис. X.10. Схема парасимпатической иннервации (по Тонкову): III, VII, IX, X — черепные нервы, SII—SIV — крестцовые спинномозговые нервы.  
1 — ресничный; 2 — крылонёбный; 3 — ушной; 4 — подчелюстной ганглий; 5 — тазовый нерв; 6 — подчревное сплетение; 7 — сердце; 8 — легкие; 9 — печень; 10 — желудок; 11 — поджелудочная железа; 12 — кишечник; 13 — почка

3. Гистологически и гистохимически симпатические и парасимпатические нейроны лишены четких отличий. При их дифференцировании следует учитывать комплекс признаков: длину и форму дендритов, распределение органоидов и пигментов, ферментный состав. Так, в симпатических нейронах при старении откладывается много пигмента, в парасимпатических превалирует снижение активности ферментов.

#### Функциональные отличия

1. Парасимпатический отдел имеет меньшую зону иннервации, чем симпатический. Феномен мультипликации (см. с. 275) делает возможным в определенных условиях генерализованное воздействие симпатического отдела на систему органов в целом. Нервы парасимпати-



ческого отдела оказывают строго локализованное воздействие на структуру конкретного органа.

2. В окончаниях аксонов волокон симпатического отдела медиатора служит норадреналин (катехоламин, близкий адреналину), в парасимпатическом — ацетилхолин.

#### Фармакологические отличия

Синапсы симпатического отдела могут быть парализованы эрготоксином, синапсы парасимпатического — атропином.

Нередко отношения симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы рассматривают как конкурентные, антагонистичные. Это основывается на нередкой противоположности воздействий, оказываемых ими на иннервируемые органы. Последнее время, однако, наука получает все больше фактов, подтверждающих взаимодействие этих систем.

**Миелоархитектоника нервов автономной нервной системы.** Аксоны постганглионарных симпатических нейронов направляются на периферию либо в составе спинномозговых нервов, либо по ходу сосудов, образуя симпатические сплетения. Эти волокна лишены миелиновой оболочки и подходят к спинномозговому нерву по серым соединительным ветвям. Белые соединительные ветви содержат миелиновые преганглионарные волокна. Белые и серые ветви отличаются не только по составу волокон, но и топографически. В поясничном отделе симпатического ствола белые ветви лежат поверхностнее серых и косо, а серые идут поперечно. Серые подходят к спинномозговому нерву медиальнее места отхождения белых ветвей. Однако главное отличие в том, что белые ветви отходят лишь в грудном и поясничном отделах пограничного ствола, а серые — от всех его узлов.

Хотя, как правило, серые ветви построены из безмякотных нервных волокон, в связи шейных узлов симпатического ствола с плечевым сплетением участвуют и мякотные волокна. Их считают преганглионарными, идущими от шейного отдела спинного мозга. В строении шейного отдела симпатического ствола и плечевого сплетения существует определенное соответствие. Рассыпной форме ствола чаще сопутствует краниальная форма сплетения, концентрированной — каудальная.

От узлов симпатического ствола отходят висцеральные ветви. Они могут быть крупнокалиберными (например, большой и малый чревные нервы, идущие к солнечному сплетению) и совсем мелкие, микроскопические. На долю последних в грудном отделе симпатического ствола приходится около трети волокон среднего и большого диаметра. Считается, что микроскопические ветви обеспечивают афферентную иннервацию органов грудной полости.

**Возрастные изменения нейронов в автономной и анимальной нервной системе** протекают однотипно. Однако старческие атрофические явления менее выражены в первых. Ее нейроны, фило- и онтогенетически более древние, меньше подвержены процессам старения.

#### ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Строение автономной нервной системы отличается изменчивостью числа, размеров, формы, положения нервных ганглиев. Практический интерес представляют крайние формы изменчивости (концентрированный и рассыпной типы строения ганглиозных образований), детально изученные учениками В. Н. Шевкуненко.

Численность узлов в составе пограничного ствола переменна.



Рассмотрим это на примере его поясничного отдела. Он может иметь дисперсное строение, насчитывая 4—5 (до 7) узлов, или быть концентрированным при слиянии всех узлов в один (рис. X.11). Существует и переходная форма с неполной концентрацией массы ганглиев, когда их встречается от 2 до 4. Частота этих вариантов, выраженная в процентах, неодинакова в разных этнических группах.

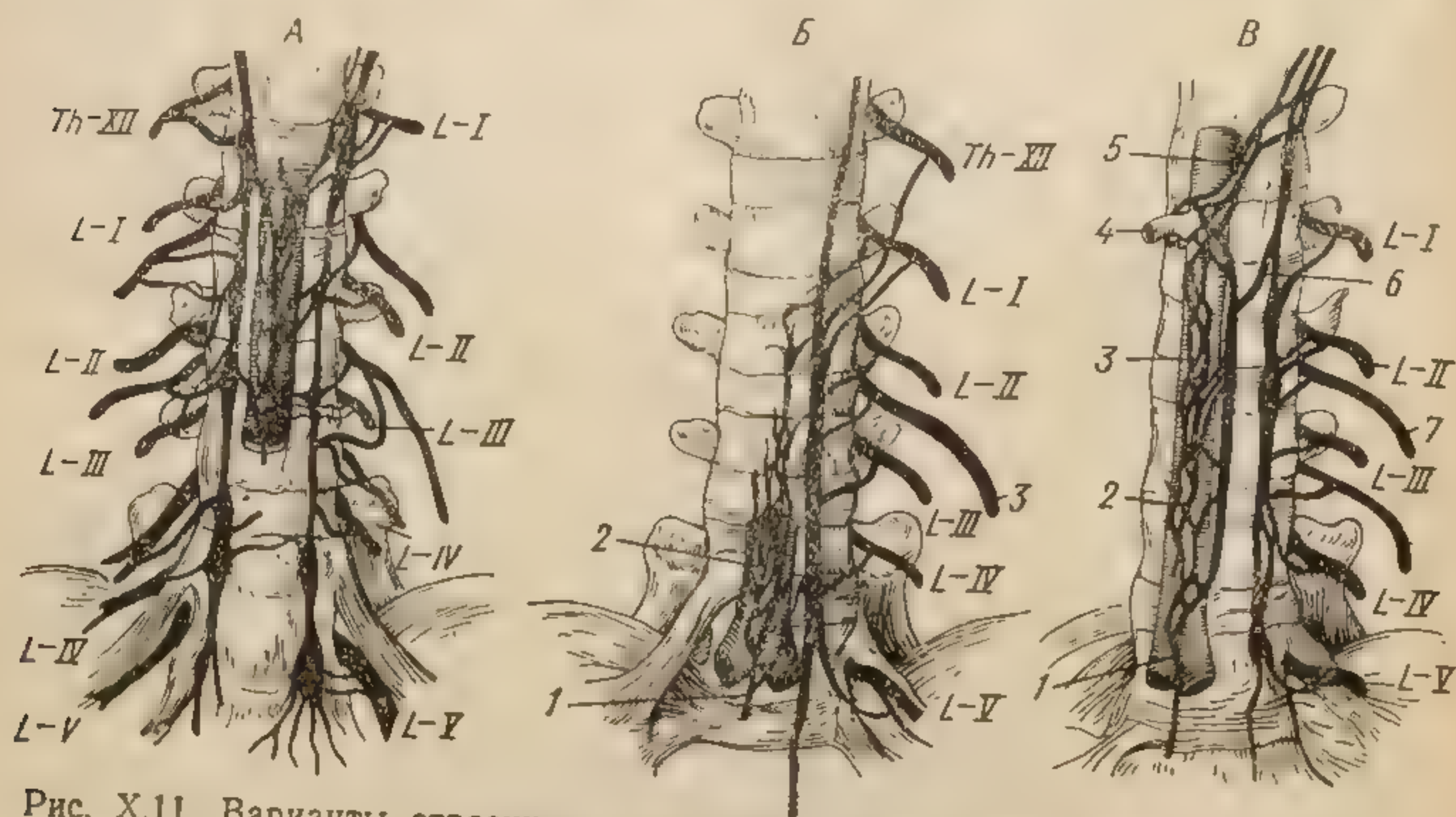


Рис. X.11. Варианты строения поясничного отдела симпатического ствола у человека (по Шевкуненко, Геселевич, 1935): А — дисперсное строение, Б — концентрированное, В — переходная форма, Th—XII, L—I... L—V — ветви спинномозговых нервов

Поясничный отдел пограничного ствола макака резуса образован пятью-шестью узлами. У антропоидов происходит уменьшение числа узлов за счет их слияния. Так, у гиббона при пяти поясничных позвонках нередко встречаются три, а иногда два узла. У шимпанзе чаще отмечены два узла, реже один (поясничный отдел позвоночника насчитывает 3—4 позвонка). У гиббона возможно срастание двух-трех, у шимпанзе — четырех узлов.

Различие частот отдельных морфологических вариантов у представителей разных этнических групп человечества и приматов разных видов имеет генетическую природу. Использование антропологами и специалистами по анатомии данных о фенотипических различиях в строении нервной системы позволит лучше понять природу генетических межвидовых и межпопуляционных отличий, расширит наше представление о многообразии физических качеств человека.

## ГЛАВА XI

### ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железы внутренней секреции образуют аппарат органов, обеспечивающий гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности в организме. Отличительная особенность желез внутренней секреции —



отсутствие выводных протоков: продукты их деятельности — гормоны поступают непосредственно в кровь и лимфу.

Железы внутренней секреции возникают из разных эмбриональных зачатков. С учетом последнего железы внутренней секреции (энтодермально-бронхиогенные и мезодермально-нейрогенные, энтодермально-бронхиогенные и мезодермально-межпочечные. Первые связаны задняя доля гипофиза, шишковидное тело (эпифиз), мозговое вещество надпочечников и железы меньшего размера — межсонные (в месте отхождения наружной и внутренней сонных артерий от общей сонной), постоянные и временные хромоаффинные параганглии. Временные, например пояснично-аортальный параганглий, имеются в детстве, редуцируясь с возрастом вплоть до полного исчезновения.

Энтодермально-бронхиогенные органы внутренней секреции закладываются в области эмбриональных жаберных дуг и развиваются из эпителия глоточных карманов. К ним относятся щитовидная, парашитовидные и вилочковая железа (тимус), эндокринная часть поджелудочной железы (островки Лангерганса) — энтодермально-кишечный орган внутренней секреции.

Мезодермально-межпочечные железы связаны в своем происхождении со средним зародышевым листком. Они включают корковое вещество надпочечника и внутрисекреторные части половых желез — яичка и яичника (их межуточную ткань).

Некоторые железы внутренней секреции (гипофиз, надпочечник) образуются из нескольких эмбриональных зачатков и их части при топографической близости функционально обособлены друг от друга.

Иногда к эндокринным относят и другие органы, клетки которых выделяют в кровь и лимфу специфические вещества: печень, селезенку, плаценту, слюнные железы, слизистую тонкого кишечника.

Все эндокринные органы тесно связаны между собой, так что гормоны одних желез возбуждают или затормаживают активность других. В зависимости от соподчиненности желез внутренней секреции их объединяют в три группы. К первой относят переднюю долю гипофиза (аденогипофиз), щитовидную железу, яичко и яичник. Это органы аденогипофизарного подчинения. В группу желез, не находящихся в прямой зависимости от деятельности гипофиза, включают парашитовидные, островки поджелудочной железы, вилочковую железу и клубочковую зону коры надпочечника. Перечисленные органы обладают способностью к саморегуляции. Их удаление губительно для организма.

Третья группа представлена эндокринными железами нейрогипофизарного происхождения — задней долей гипофиза (нейрогипофизом) и шишковидной железой (эпифизом). Нейрогипофиз не вырабатывает собственных гормонов, а выделяет в кровь вазопрессин и окситоцин, образуемые нейросекреторными элементами гипоталамуса. Эпифиз влияет на аденогипофиз, а через него на половые железы.

Каждая эндокринная железа вырабатывает, как правило, несколько гормонов, влияющих на разные аспекты жизнедеятельности организма. Передняя доля гипофиза секретирует, например, не менее шести гормонов, средняя — два, щитовидная железа продуцирует три гормона.

Среди органов внутренней секреции особенно велико значение гипофиза, управляющего посредством тропных гормонов деятельностью других желез. Связи с гипоталамусом позволяют гипофизу быть передатчиком влияний центральной нервной системы на эндокринный аппарат.



Эндокринные железы участвуют в регуляции роста и развития организма. Эту роль выполняют гормоны гипофиза (соматотропный), щитовидной, поджелудочной и половых желез. Благодаря индивидуальной устойчивости уровня гормонального обмена отмечены статистически достоверные корреляции морфологических признаков с содержанием ряда гормонов. Так, по данным Е. Н. Хрисанфовой, для 17-кетостероидов коэффициент корреляции с длиной, весом, обхватными размерами тела и развитием скелета у 9-летних девочек составил 0,409—0,469. При сравнении людей разных соматотипов обнаруживается своеобразие гормонального профиля, что определяет конституциональные различия темпов онтогенеза. У молодых женщин и девушек пикнического типа в период полового созревания 17-кетостероиды имеются в больших количествах, чем у астеноидных, а у молодых мужчин мышечного типа их больше, чем у астеноидных (подробнее см. гл. II).

### ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ

Хотя у некоторых эндокринных желез в эмбриогенезе закладываются протоки (аденогипофиз, щитовидная, паращитовидные), в дальнейшем они теряют их, выделяя гормоны во внутреннюю среду организма (кровь и лимфу). Это отражается на кровоснабжении эндокринных органов, которое отличается обильностью. С переходом от низших наземных позвоночных к высшим и далее к человеку увеличивается число источников кровоснабжения эндокринных органов, расширяются зоны ветвления артерий, делаются более многообразными сосудистые анастомозы. У человека возникают качественно новые особенности кровоснабжения: достигают особого развития нижние щито-

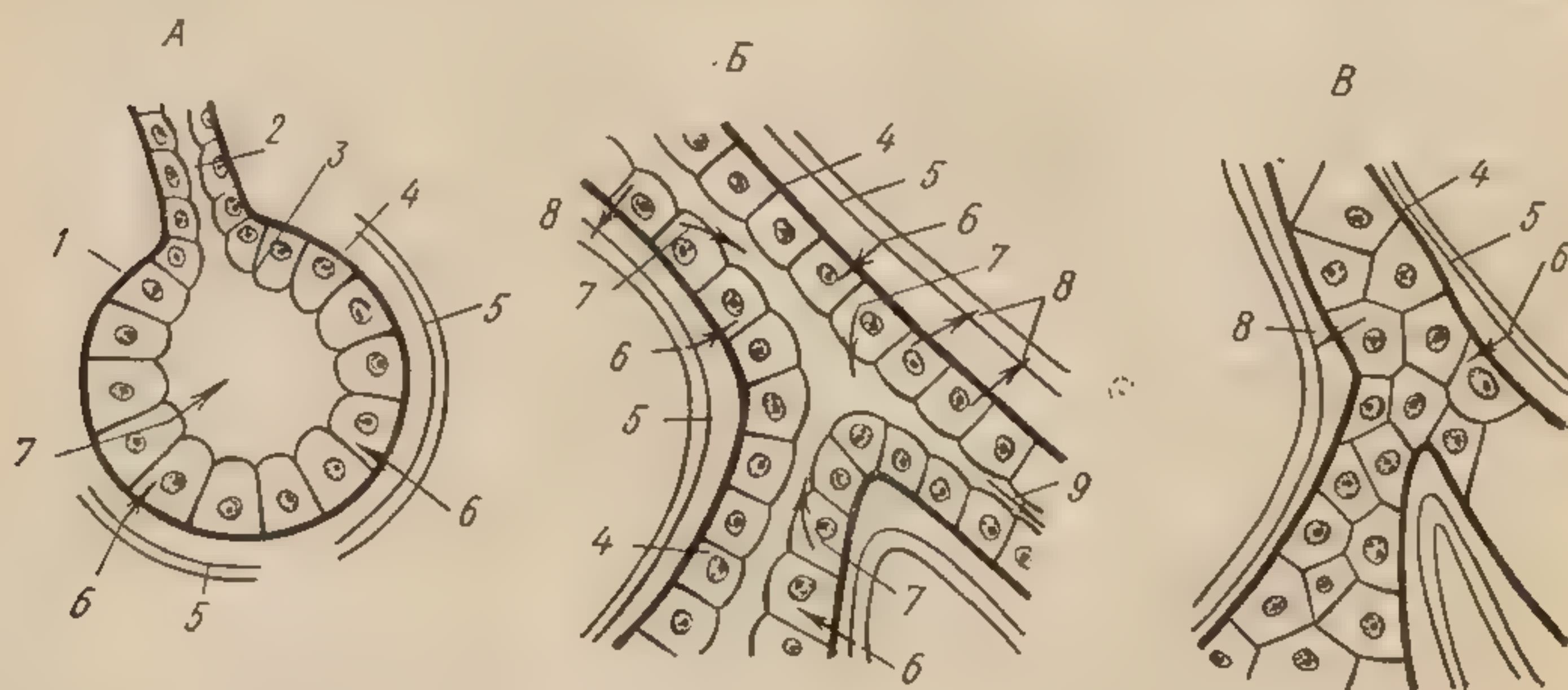


Рис. XI.1. Схема направленности секреции в клетках различных желез: а — клетки железы с апикально направленной секрецией (железа внешней секреции); б — клетки железы с двусторонне направленной секрецией (трабекулы печени, гепатоциты которой секретируют в апикальном направлении желчь и одновременно выделяют в кровь мочевину и некоторые другие вещества); в — клетки железы с базально направленной секрецией (железа внутренней секреции); 1 — концевой секреторный отдел железы; 2 — выводной проток; 3 — замыкающие пластинки; 4 — базальная мембрана концевой секреторного отдела железы; 5 — кровеносные капилляры; 6 — поступление исходных веществ в железистую клетку из крови; 7 — выделение готовых секреторных веществ в просвет концевой отдела (внешняя, или апикально направленная, секреция); 8 — выделение инкретов в ток крови (внутренняя, или базально направленная, секреция); 9 — движение секрета по выводному протоку (по Алешину, 1978)



видные артерии, образуется поверхностное венозное сплетение щитовидной железы, увеличивается количество клапанов в венах вилочковой железы, питание надпочечника обеспечивается в числе прочих множественными ветвями артерий мышечной части диафрагмы и т. д.

Отток гормонов облегчается благодаря тесному контакту секреторных клеток (гандулоцитов) с кровеносными капиллярами, стенка которых в этих органах имеет отверстия (фенестры). В отличие от секреторных клеток (гандулоцитов) экзокринных желез, выделяющих продукты своей деятельности через верхушечную часть клетки в полость выводного протока (рис. XI.1 а), гандулоциты эндокринных органов осуществляют базальную секрецию через основание клетки, обращенное к кровеносному капилляру (рис. XI.1 в). Некоторые органы обладают способностью как к апикальной, так и к базальной секреции (рис. XI.1 б). Секретирующие клетки — гандулоциты эндокринных желез — по апикальному краю имеют выступы (микроворсинки).

Здесь наблюдаются явления пиноцитоза — поглощения внеклеточного содержимого в виде микроскопических пузырьков. Повышение секреторной активности проявляется усиленным развитием эндоплазматической сети (рис. XI.2). Секреторная деятельность гандулоцитов нуждается в постоянном энергообеспечении за счет митохондрий.

Строение гипофиза, эпифиза, поджелудочной и половых желез рассмотрено в VIII и X главах. Остановимся отдельно на морфологии надпочечника, щитовидной, парашитовидных и вилочковой желез.

Гистологически надпочечник подразделяется на корковое и мозговое вещество. Периферическая часть коры образует клубочковую зону. Здесь тяжи эпителиальных клеток разграничены прослойками соединительной ткани, содержащими кровеносные сосуды. Дальше в глубину органа располагается промежуточная зона мелких клеток, лишенных включений липоидов. Основная часть коры — пучковая зона — образована крупными эпителиальными клетками кубической или многоугольной формы. Здесь велико содержание липидов и нейтральных жиров.

Мозговое вещество надпочечника представлено скоплениями круп-

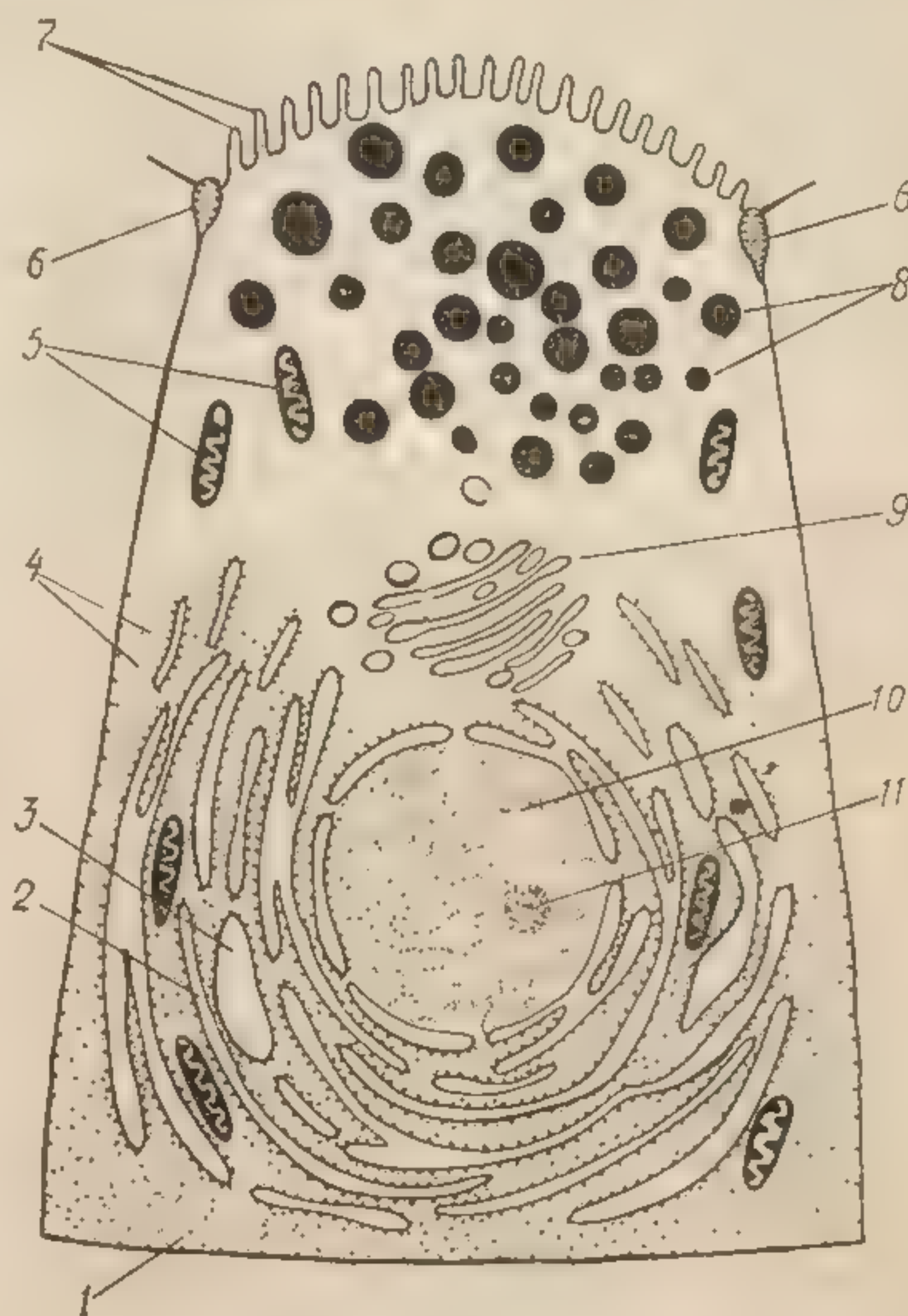


Рис. XI.2. Схема электронограммы железистой клетки (гандулоцита): 1 — базальная мембрана; 2 — эндоплазматическая сеть; 3 — цистерна эндоплазматической сети; 4 — рибосомы; 5 — митохондрии; 6 — замыкающие пластинки; 7 — микроворсинки; 8 — гранулы секрета; 9 — пластинчатый комплекс; 10 — ядро; 11 — ядрышко (по Алешину, 1978)



ных клеток, тесно связанными с кровеносными сосудами. Гландулоциты верхушечной частью обращены к венозным синусоидам, а основанием — к кровеносным капиллярам. Продукт секреции адреналин всасывается в вены и может в состоянии напряжения (стресса) направляться в печень по кратчайшему пути (поверхностные вены надпочечника — воротная вена), минуя крупные магистральные сосуды (М. Р. Сапин). Кортиковое вещество надпочечника вырабатывает гормоны, подразделяемые на три группы: гликостероиды, минералкортикоиды и кортикостероиды. Первые оказывают действие на углеводный и белковый обмен, вторые — на водно-солевой обмен, третьи родственны половым гормонам. Согласно взглядам Г. Селье, надпочечник обеспечивает неспецифический защитный синдром, или стресс-реакцию, в ответ на действие факторов, повреждающих организм. Первая фаза этого процесса (физиологический стресс) сопровождается активизацией продукции гормонов в коре надпочечника и повышенным выбросом в кровь гликостероидов. При длительном воздействии неблагоприятных факторов гормональная активность коры истощается и наступает состояние патологического стресса.

Щитовидная железа состоит из пузырьков (фолликулов), непостоянных по форме, достигающих в диаметре от 35 до 500 мкм. Стенка фолликула образована однослойным эпителием со слабо выраженной базальной мембраной. Фолликул заполнен коллоидом — белковым веществом, куда поступают гормоны щитовидной железы. В зависимости от функциональной активности органа толщина стенки фолликула и емкость его содержимого изменяются. Гормональная деятельность щитовидной железы влияет на процессы роста и развития организма, состояние нервной системы (особенно вегетативной), регулирует обмен веществ, состав крови и явления фагоцитоза.

Паращитовидные железы (эпителиальные тельца) в количестве четырех располагаются на задней поверхности щитовидной железы. Специфическая часть этих желез (паренхима) состоит из эпителиальных клеток, сгруппированных в гнезда и тяжи. Гормон этого органа регулирует водно-солевой обмен организма.

Вилочковая железа (тимус, зобная железа) располагается в нижней части шеи и верхней части грудной полости. Ее размеры и форма будут рассмотрены вместе с аналогичными характеристиками других эндокринных органов. Ткань железы (паренхима) представлена рыхлой сетью эпителиальных звездчатых клеток. В петлях этой сети располагаются лимфоциты. В наружных слоях органа (корковом веществе) их больше, чем в глубинных (мозговом веществе). Скопления дегенеративно перерождающихся эпителиальных клеток в мозговом веществе образуют так называемые тельца Гассала. Вилочковая железа обладает многими функциями. Как эндокринный орган, она выделяет гормон, контролирующий обмен углеводов и кальция в организме.

Основная роль вилочковой железы — участие в иммунологических реакциях. Она регулирует образование Т-лимфоцитов (тимус-зависимых) из недифференцированной стволовой кроветворной клетки костного мозга и В-лимфоцитов, возникающих в лимфоидной ткани пищеварительной трубки, в частности в «кишечной миндалине» червеобразного отростка (см. гл. VIII). Вилочковую железу считают центральным органом обеспечения иммунитета, созревающим и начинающим функционировать раньше других лимфоидных органов.

РАЗМЕРЫ  
ИНДИВИДУА

Вес  
варнация  
на, Турк  
ральные

Вес  
рожденн  
веса в г  
в 10 раз  
же неве  
Варнаци  
вестков

Вес  
(тимуса  
10—30  
12—14

на по  
размер  
няются

нуж  
концу  
8 лет

ся. К  
ставля  
6,5, то

лом  
нейны  
неизм

ружи  
с воз  
хима

ся, а  
ни н  
дуал

на  
мен  
возр

взр  
ляе

рох  
пог

ста  
26,  
16

29  
сь  
зи  
ве

ср  
м  
д



## РАЗМЕРЫ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ, ВОЗРАСТНО-ПОЛОВЫЕ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ

Вес гипофиза составляет чаще 500—600 мг при индивидуальных вариациях от 160 до 915 мг; у уроженцев Средней Азии (Таджикистана, Туркмении), например, он несколько выше, чем у жителей центральных районов европейской части СССР.

Вес эпифиза у взрослых людей составляет 112—178 мг (у новорожденных — 8 мг). Возрастная динамика проявляется увеличением в 10 раз, затем до 20 лет масса железы изменяется мало. Столь же невелики и различия между людьми зрелого и пожилого возраста. Вариации весовых показателей сопряжены с разным содержанием известковых солей (см. ниже).

Вес вилочковой железы (тимуса) у взрослых равен 10—30 г. (у новорожденных — 12—14 г). Железа разнообразна по форме (рис. XI.3), ее размеры неравномерно изменяются с возрастом. Достигнув наибольшей ширины к концу первого года жизни, с 8 лет она начинает удлиняться. К 18 годам ее длина составляет 10,3 см, ширина — 6,5, толщина — 2,0 см. В зрелом и пожилом возрасте линейные размеры относительно неизменны. Ее вес не обнаруживает четкого уменьшения с возрастом, хотя доля паренхиматозных тканей уменьшается, а включения жировой ткани нарастают. Размах индивидуальных вариаций веса органа в 18—25 лет и после 60 меньше, чем в промежуточном возрасте.

Вес щитовидной железы взрослых европейцев составляет в среднем 20 г (у новорожденных — 2 г). Вариации показателя значительны и составляют в среднем 12,6—26,0 г у жителей Ямайки, 16,1—29,5 у жителей Киева, 29,5—49,1 г у населения Исык-Кульской долины Киргизии. Половые различия невелики, возрастные и межпопуляционные весьма существенны.

Возрастная динамика веса щитовидной железы у североамериканских детей и подростков (от рождения до 20 лет) описывается формулой  $T = 1,48 + 0,054 A$ , где  $T$  — вес в граммах,  $A$  — возраст в месяцах. Для юных французов зависимость от возраста несколько иная: от 2



Рис. XI.3. Варианты формы тимуса взрослого человека (по Bell et al., 1954)



до 7 лет прирост веса составляет 0,6 г/год, между 7 и 18 годами — 0,9 г/год, наконец, от 18 до 25 лет — 0,5 г/год. У взрослых людей вес щитовидной железы лишен выраженных возрастных изменений.

Форма железы характеризуется весьма значительной изменчивостью (рис. XI.4): ее доли могут быть разобщены друг от друга или же соединяться перешейком. От последнего вверх может отходить пирамидальный отросток.

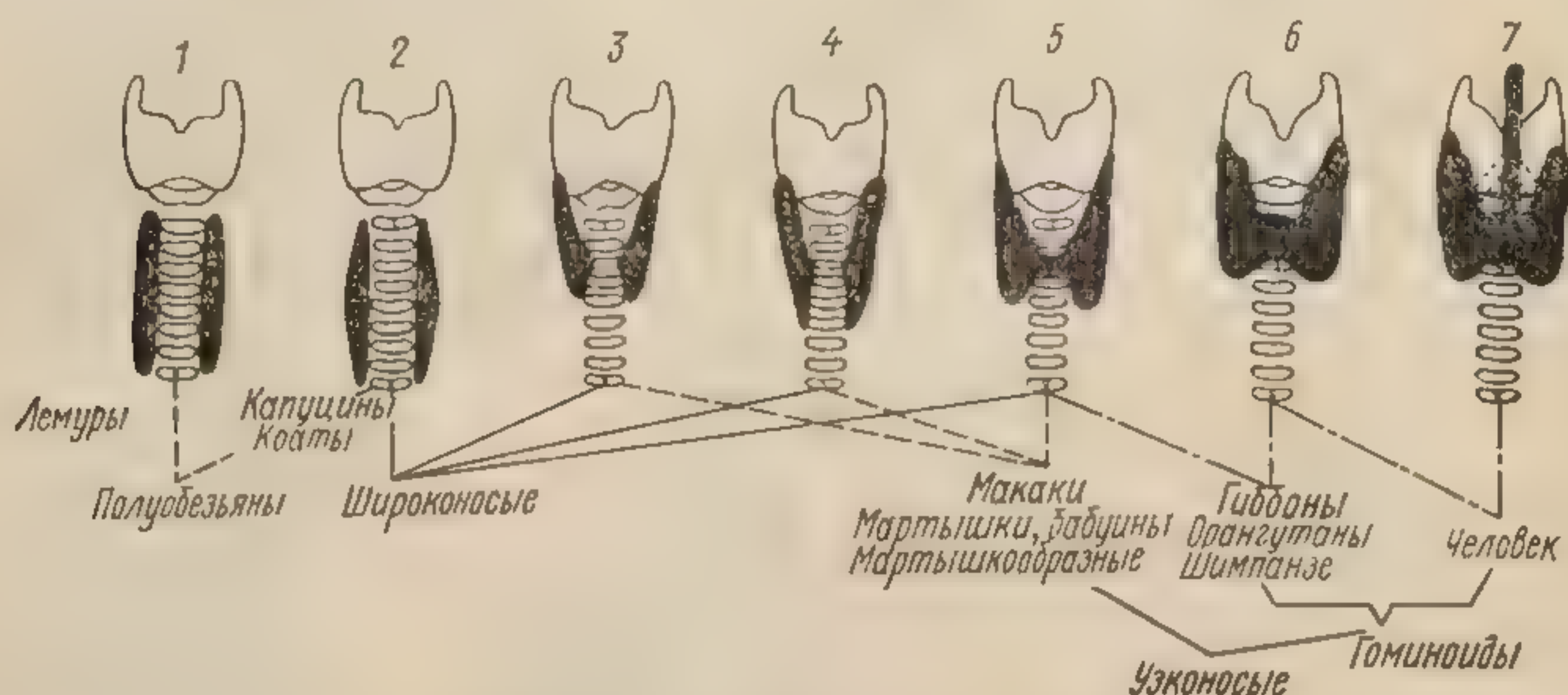


Рис. XI.4. Варианты формы и положение щитовидной железы у приматов (по Zajkowska-Rozmarynowska, 1959)

Вес околощитовидных желез (их насчитывается от 1 до 4) у взрослых равен 35—40 мг (до 58). От 3—5 до 6—17 лет вес постепенно увеличивается, к 18—30 годам он превышает первоначальную величину почти вдвое, после чего начинается постепенное уменьшение.

Средний вес надпочечника у взрослых европейцев равен 12,66—13,82 г, у мужчин он выше, чем у женщин.

Размеры желез внутренней секреции имеют значительные этно-территориальные различия. Увеличение массивности щитовидной железы в некоторых районах мира объясняется недостаточным поступлением в организм соединений йода. Поэтому выработка необходимых количеств тироксина требует увеличения общей массы железистой ткани. При этом нередко увеличиваются и размеры околощитовидных желез, что объясняют общими источниками кровоснабжения, которое у гипертрофированных щитовидных желез более обильное.

Межгрупповые различия свойственны надпочечникам. Их размеры у населения умеренного климата больше, чем у жителей тропиков (табл. XI.1). Так, у жителей Ямайки меньше не только абсолютная, но и относительная масса надпочечников. Это обусловлено недоразвитием коркового слоя, толщина которого в среднем равна 1,13 мм (0,85—1,80). Вариации формы надпочечников у приматов представлены на рис. XI.5.

Таблица XI.1  
Вес надпочечников у европейцев и жителей Ямайки  
(по Stirling, Keating 1958; Stirling 1959)

Группа	Дети (1,5—2 года)	Взрослые	
		мужчины	женщины
Европейцы . . . . .	4,30—5,23	13,82	12,66
Жители Ямайки . . . . .	2,40	8,78	8,22



щитовидной железы лишен выраженных возрастных изменений. У взрослых людей вес

Форма железы характеризуется весьма значительной изменчивостью (рис. XI.4): ее доли могут быть разобщены друг от друга или же соединяться перешейком. От последнего вверх может отходить пирамидальный отросток.

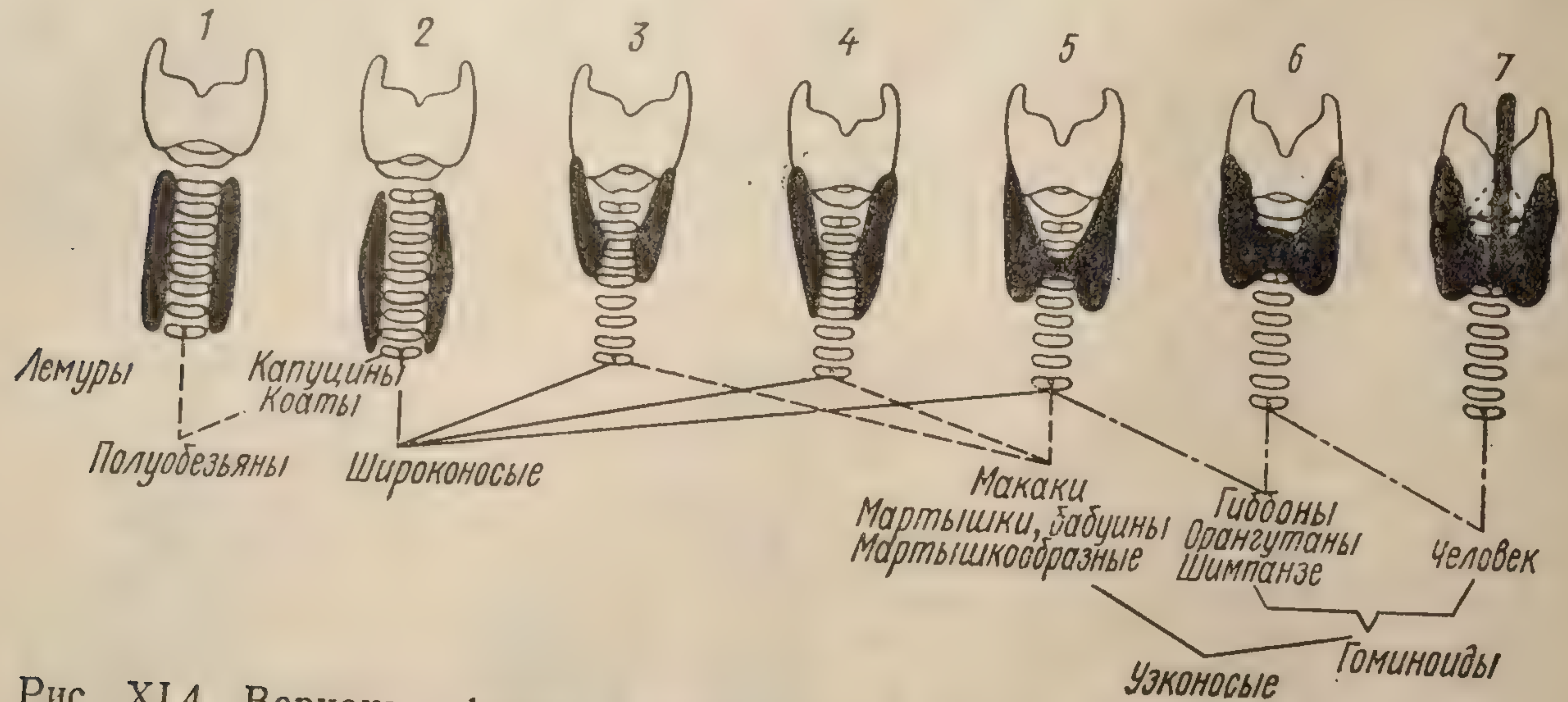


Рис. XI.4. Варианты формы и положение щитовидной железы у приматов (по Zajkowska-Rozmagnowska, 1959)

Вес околощитовидных желез (их насчитывается от 1 до 4) у взрослых равен 35—40 мг (до 58). От 3—5 до 6—17 лет вес постепенно увеличивается, к 18—30 годам он превышает первоначальную величину почти вдвое, после чего начинается постепенное уменьшение.

Средний вес надпочечника у взрослых европейцев равен 12,66—13,82 г, у мужчин он выше, чем у женщин.

Размеры желез внутренней секреции имеют значительные этно-территориальные различия. Увеличение массы щитовидной желе-



у гипертрофированных щитовидных желез более заметны. Межгрупповые различия свойственны надпочечникам. Их размеры у населения умеренного климата больше, чем у жителей тропиков (табл. XI.1). Так, у жителей Ямайки меньше не только абсолютная, но и относительная масса надпочечников. Это обусловлено недоразвитием коркового слоя, толщина которого в среднем равна 1,13 мм (0,85—1,80). Вариации формы надпочечников у приматов представлены на рис. XI.5.

Таблица XI.1

Вес надпочечников у европейцев и жителей Ямайки  
(по Stirling, Keating 1958; Stirling 1959)

Группа	Дети (1,5—2 года)	Взрослые	
		мужчины	женщины
Европейцы . . . . .	4,30—5,23	13,82	12,66
Жители Ямайки . . . . .	2,40	8,78	8,22



Представители европеоидной расы по сравнению с негроидами отличаются более интенсивными отложениями солей кальция в шишковидном теле (табл. XI.2). Частота кальциевых включений подвержена межгрупповым вариациям: 9,9% у японцев, 15,6 у фиджийцев, 19—24% у индийцев. У негров Африки обызвествление эпифиза встречается исключительно редко. Большую выраженность этого признака у североамериканских негров можно связать с меньшей «чистотой» генотипа последних.

**Возрастные изменения.** Особенность многих желез внутренней секреции заключается в сохранении высокой активности на протяжении всей жизни. При снижении в ходе старения значимости нервного звена нейрогуморальной регуляции роль гуморальной регуляции, реализуемой эндокринными органами, относительно нарастает. Функциональная стабильность предопределяет относительную неизменность структуры этих органов, отсутствие резко выраженных старческих изменений.

Общей для разных эндокринных желез особенностью является монотонность микроскопического строения в глубокой старости (равно как в период новорожденности и в грудном возрасте). В другие возрастные периоды клетки более полиморфны, что отражает разнообразие их морфофункционального состояния.

В корковом веществе надпочечника после 50 лет увеличивается число мелко- и крупноядерных клеток, однако начиная с седьмого десятилетия жизни более частыми становятся клетки с ядрами небольшого размера. Ярких возрастных изменений в коре надпочечников у взрослых людей не обнаруживается: не происходит характерное для старения многих внутренних органов разрастание соединительной ткани, толщина коркового слоя остается относительно неизменной, сохраняется четкая дифференцировка на клубочковую, пучковую и сетчатую зоны. Гипофиз в пожилом и старческом возрасте также характеризуется стабильностью структурной организации, определяющей в известной мере и морфологическую устойчивость других эндокринных желез. Даже вилочковая железа сохраняет до взрослого состояния относительно неизменными ультраструктуры как коркового и мозгового вещества, так и соединительнотканной стромы. Процессы лимфоцитоза в корковом веществе происходят так же, как в детские годы, поэза в мозговом веществе создается такое же микроокружение для Т-лимфоцитов, как и в молодом возрасте. В отличие от других эндокринных органов при этом происходит замещение паренхиматозной ткани жировой, но оставшиеся островки паренхимы сохраняют способность к регенерации с образованием железистых структур и телец Гассала. Существенных изменений при старении не отмечено и в эпифизе. Обнаруживаются лишь полиморфизм и уменьшение размера ядер пинцитов, отложение пигмента липофусцина и известковых солей.

Одни эндокринные железы в старческом возрасте сохраняются относительно неизменными, другие, такие, как щитовидная и паращитовидные железы, существенно перестраиваются (рис. XI.6). Изменения паренхимы этих органов свидетельствуют о снижении их функциональной активности (рис. XI.7).

Своеобразный характер имеют возрастные изменения в половых

Таблица XI.2

Расовые различия в частоте признаков обызвествления шишковидного тела, %  
(по Adeleye, Felson, 1974)

Возраст в годах	Североамериканское население	
	негры	белые
10—19	4,2	0
20—39	12,4	11,9
40 и старше	20,3	44,4



дной расы по сравнению с негроидами от-  
 ми отложениями солей кальция в шишко-  
 частота кальциевых включений подвержена  
 9,9% у японцев, 15,6 у фиджийцев, 19—  
 Африки обызвествление эпифиза встречается  
 Большую выраженность этого признака  
 ов можно связать с меньшей «чистотой»

Осо-  
 трен-  
 в со-  
 ти на  
 При  
 значи-  
 огумо-  
 гумо-  
 зуемой  
 тноси-  
 ональ-

Таблица XI.2

Расовые различия в частоте признаков  
 обызвествления шишковидного тела, %  
 (по Adeloye, Felson, 1974)

Возраст в годах	Североамериканское население	
	негры	белые
10—19	4,2	0
20—39	12,4	11,9
40 и старше	20,3	44,4

деляет относительную неизменность структу-  
 не резко выраженных старческих изменений.  
 инных желез особенностью является моно-  
 строения в глубокой старости (равно как  
 и в грудном возрасте). В другие возраст-  
 е полиморфны, что отражает разнообразие  
 состояния.

надпочечника после 50 лет увеличивается  
 дерных клеток, однако начиная с седьмого  
 частыми становятся клетки с ядрами неболь-  
 зрастных изменений в коре надпочечников  
 аруживается: не происходит характерное для  
 их органов разрастание соединительной тка-



железах. Выделяют четыре стадии строения яичников: незрелую (при наличии в корковом слое примордиальных и малых зреющих фолликулов), эволютивную (при дополнительном наличии зреющих фоллику-



Рис. XI.5. Изменчивость формы надпочечника у приматов (по Burghart-Czaplinska, 1960)

лов и граафовых пузырьков), зрелую (при максимальной насыщенности органа фолликулами) и инволютивную (фолликулы единичны или отсутствуют). Последний вариант строения преобладает в яичниках начиная с 30—39 лет, хотя с равной частотой встречается и зрелый тип структуры. Раннее снижение числа клеток Лейдига в яичке еще раз подтверждает особый характер инволютивной перестройки половых желез: среднее содержание этих клеток на один каналец яичка уменьшается от 4,7 в 30—39 лет до 3,4 в 60—69 при наибольших различиях между возрастными группами 40—49 и 50—59 лет.

Таким образом, возрастная динамика эндокринных желез позволяет выделить два варианта: сохранение относительной морфологической стабильности во всех возрастах (гипофиз, надпочечник) и прогрессирующую перестройку микроструктур, сопряженную со снижением функциональной активности желез (половые железы, щитовидная и околощитовидные).

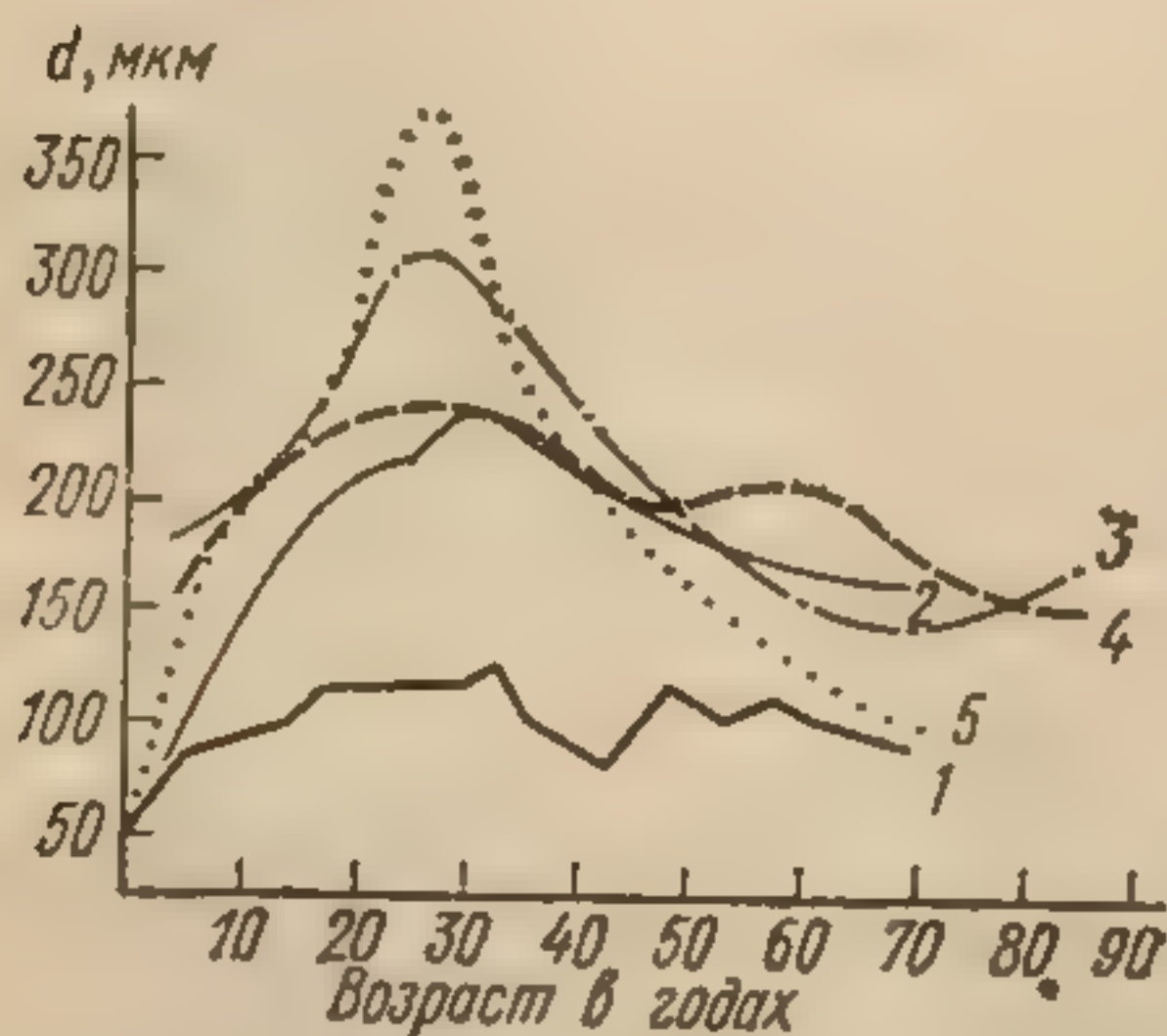


Рис. XI.6. Изменение с возрастом среднего диаметра фолликулов щитовидной железы (цит. по Быкову, 1979)

#### ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Данные современной эндокринологии свидетельствуют о регуляции мышечной деятельности гипофизарно-адренокортикальной системой. Пластические процессы, происходящие в мышце и ведущие к гипертрофии

мышечных волокон, контролируются действием анаболических гормонов — андрогенов.

Морфологические изменения эндокринных желез при физических нагрузках лучше всего изучены на примере надпочечника. Они так же, как и функциональные показатели, имеют фазовый характер: вначале происходит увеличение размеров, сопряженное с функциональной активизацией, а затем их снижение, свидетельствующее об истощении функции. Увеличение веса надпочечника сопряжено с утолщением его коркового вещества за счет как клубочковой, так и пучково-сетчатой зон. Увеличение пучковой зоны характерно для стрессовых состояний. Изменения сетчатой зоны можно рассматривать как проявление ее трансформации в пучковую. При нагрузке изменяются размеры клеточного ядра: вначале его объем увеличивается, а затем уменьшается. Этот пе-



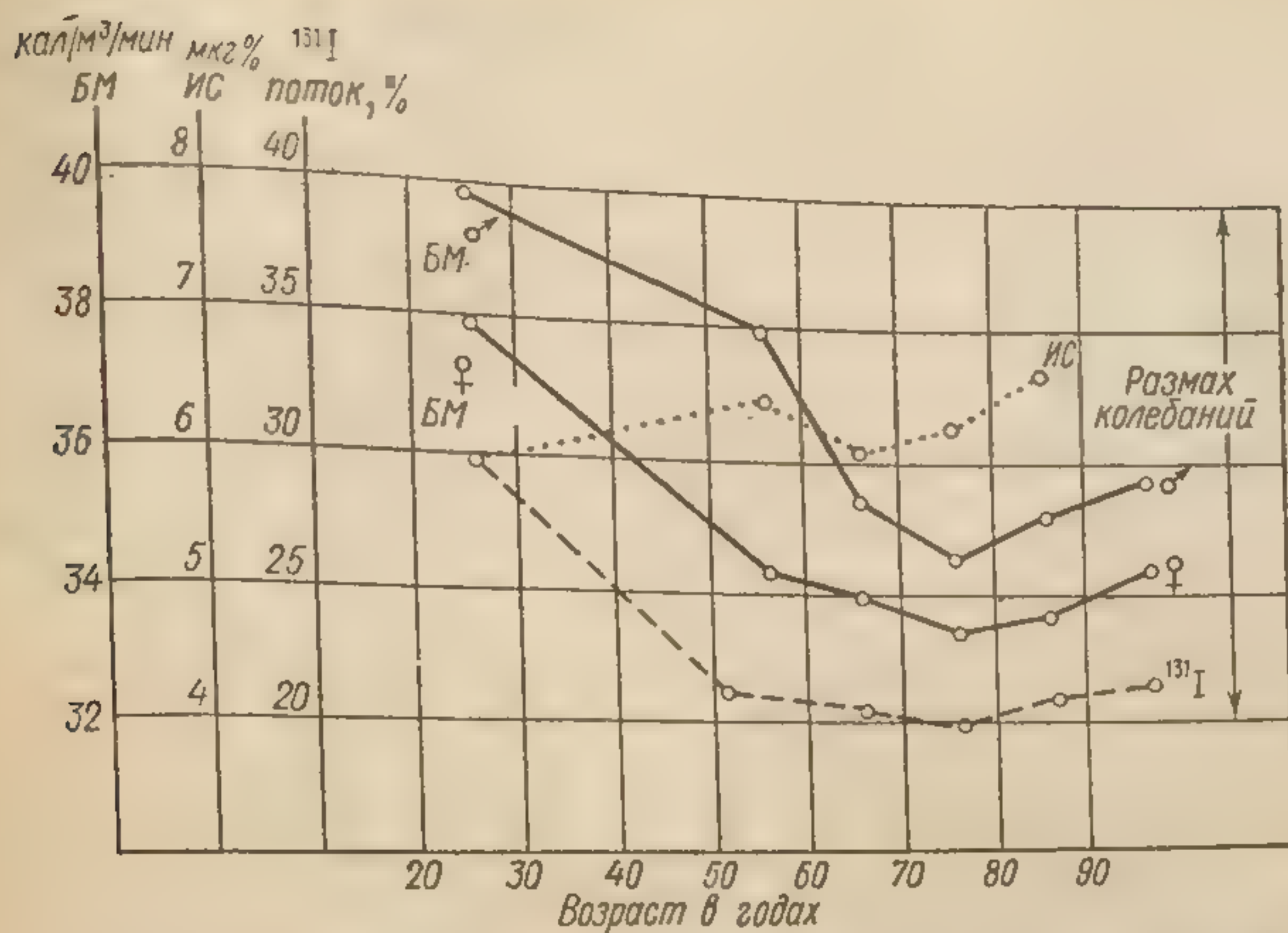


Рис. XI.7. Изменение с возрастом функциональной активности щитовидной железы (по Hollis, 1968): БМ — уровень основного обмена; ИС — уровень йодина сыворотки крови; <sup>131</sup>I — степень поглощения радиоактивного йода

переход в сетчатой зоне происходит раньше, чем в пучковой. Увеличение и активизация коры надпочечника при физической нагрузке нередко сопровождаются угнетением активности щитовидной железы и уменьшением веса вилочковой железы.

## ГЛАВА XII

### ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Органы чувств — сложно организованные чувствительные образования, обеспечивающие связь организма с внешней средой. В результате воздействия на них различных видов раздражения и при участии коры больших полушарий мозга возникают многообразные формы чувственного отражения мира: ощущения, восприятия, представления. Совокупность всех нервных структур, участвующих в восприятии раздражений, проведении и анализе возбуждений, И. П. Павлов предложил называть анализатором.

Анализатор — единая система, состоящая из трех звеньев: периферического, проводникового (с промежуточными переключательными ядрами ЦНС) и центрального (коркового). Периферический отдел представлен рецепторными элементами, воспринимающими определенный вид физической или химической энергии и трансформирующими ее в нервное возбуждение. Рецепторами могут быть специализированные клетки, контактирующие с чувствительным нейроном. Проводниковый



отдел передает возбуждение от рецепторов в подкорковые центры, а затем в кору больших полушарий.

На различных этажах центральной нервной системы происходит анализ возбуждений и возникают связи с исполнительными (эффекторными) структурами, а также с другими анализаторами. Чем выше расположены эти структуры, тем более тонкий анализ и сложный синтез они выполняют. Высший анализ и синтез возбуждений, в результате которых возникают ощущения и формируются сложные формы поведения, происходит в центральном конце анализатора — коре больших полушарий мозга. Каждый анализатор имеет свое представительство в коре. Кроме того, специализированные возбуждения от нескольких рецепторов попадают в коре в общие «зоны перекрытия», с участием которых происходит взаимодействие различных анализаторов.

Органы чувств, помимо рецепторного отдела, включают вспомогательный аппарат, функция которого заключается в обеспечении наилучшего восприятия раздражений.

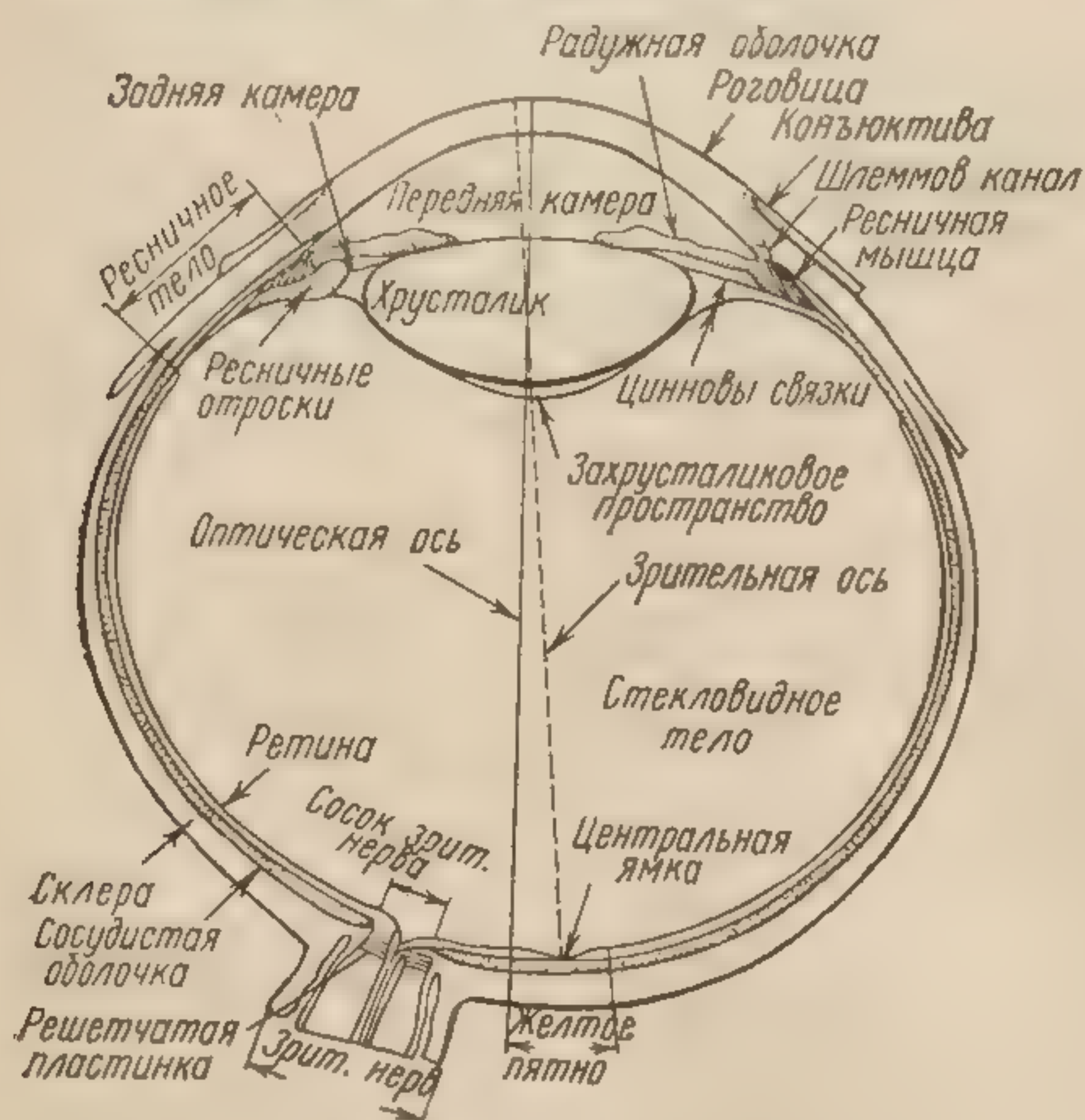


Рис. XII.1. Горизонтальный разрез глазного яблока

нюю (большую) ее часть составляет собственно сосудистая оболочка, богатая кровеносными капиллярами.

Средний отдел сосудистой оболочки утолщен за счет содержащихся в нем пучков гладких мышечных волокон разного направления, образующих ресничную мышцу. Ее покрывают многочисленные складки, богатые сосудами; эта часть называется ресничным телом. Передний отдел сосудистой оболочки — радужка, в центре ее расположено отверстие — зрачок. Ширина зрачка изменяется в зависимости от освещенности за счет сокращения двух гладких мышц в толще радужной оболочки. Одна мышца, сокращаясь, суживает зрачок, другая расширяет его.

Внутренняя оболочка глазного яблока — чувствительная. Ее называют сетчатой оболочкой, или сетчаткой. Задний ее отдел, прилежащий к собственно сосудистой оболочке, — это зрительная (видящая) часть

**Зрительный анализатор.** Периферический отдел анализатора расположен в глазном яблоке. Оно имеет форму шара, стенка которого составлена из нескольких оболочек (рис. XII.1), выполняющих защитную и питательную функции по отношению к сетчатой оболочке. Защитную роль играют также веки и слезный аппарат глаза. Наружная оболочка глазного яблока фиброзная. Ее задняя часть (склера) построена из плотной соединительной ткани, защищающей содержимое глазного яблока. Спереди находится прозрачная роговица. Средняя оболочка — сосудистая — состоит из трех отделов. Зад-



ния, происходит в центральном конце анализатора полушарий мозга. Каждый анализатор имеет свое в коре. Кроме того, специализированные возбужда рецепторов попадают в коре в общие «зоны переключений», в которых происходит взаимодействие различных анализаторов.

Органы чувств, помимо рецепторного отдела, имеют исполнительный аппарат, функция которого заключается в лучшем восприятии раздражений.

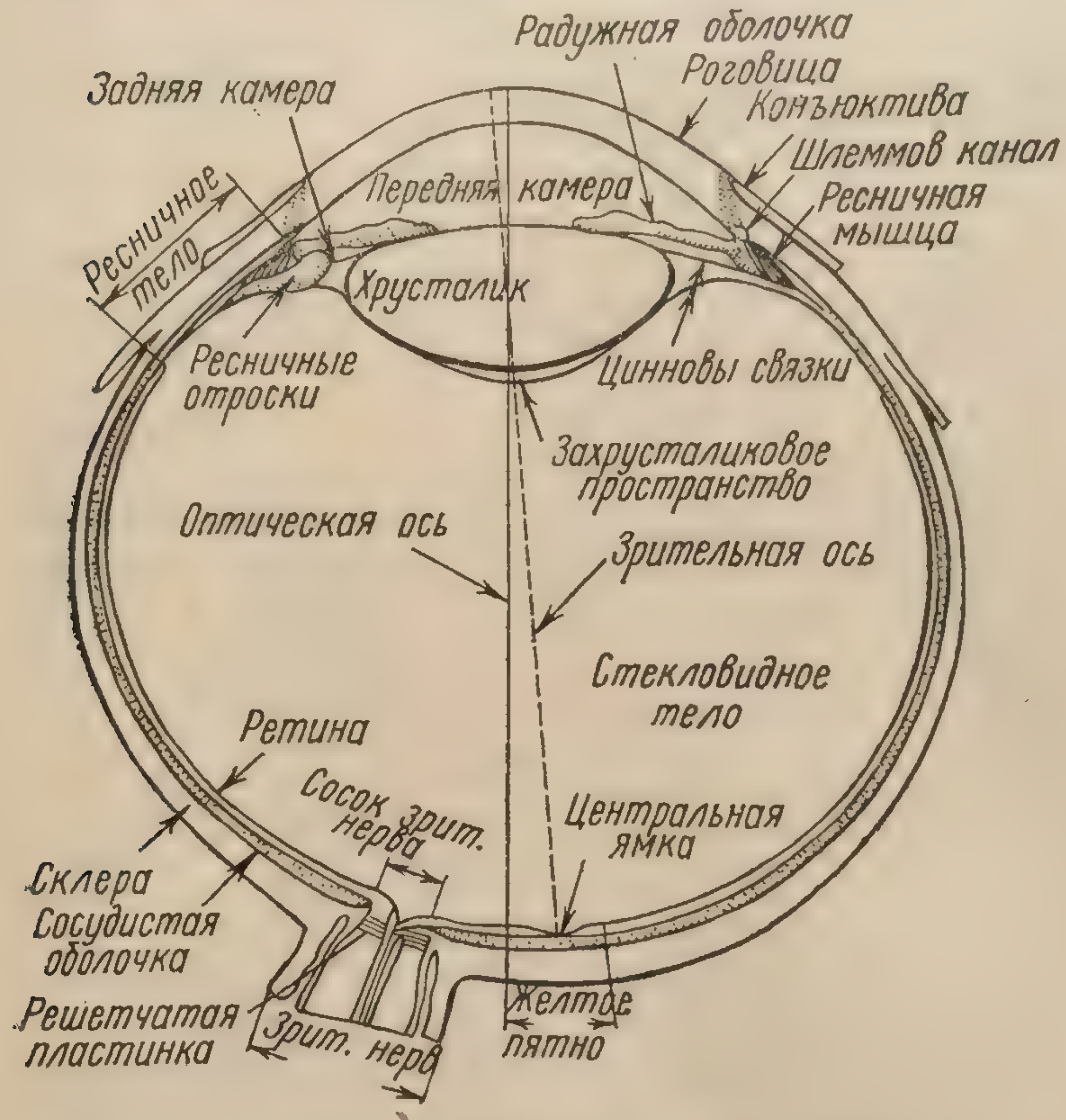


Рис. XII.1. Горизонтальный разрез глазного яблока

ную (большую) ее часть составляет собственно сетчатка, богатая кровеносными капиллярами.

Средний отдел сосудистой оболочки утолщен в нем пучков гладких мышечных волокон, образующих ресничные мышцы.

3  
тор.  
дел а  
жен  
Оно  
стенк  
на и  
чек  
няющ  
тател  
ноше  
лочке  
рают  
ный  
ружн  
го яб  
задн  
стро  
дини  
щаю  
глаз  
нахо  
говя  
ка —  
ит и



сетчатки, а передний, соприкасающийся с ресничным телом и радужной, — слепая часть. Зрительная часть сетчатки содержит слои пигментных и нервных клеток, а слепая часть только пигментный слой.

В зрительном (нервном) слое сетчатой оболочки рядами расположены рецепторные и нервные клетки (рис. XII.2). Наружный ряд, обращенный к пигментному слою, состоит из специализированных светочувствительных клеток (фоторецепторов) — палочек и колбочек. Они содержат химические вещества, разлагающиеся на свету. В результате фотохимической реакции, проходящей в палочках и колбочках, световая энергия трансформируется в электрическую. Палочки являются рецепторными элементами сумеречного зрения. С ними связывают также восприятие передвижения предметов. Палочки расположены по всей зрительной части сетчатки. В глазу человека насчитывается около 130 млн. палочек. Колбочки — рецепторные элементы цветного зрения. Они регистрируют окраску и точную конфигурацию предмета. В сетчатке человека насчитывается 7 млн. колбочек. Они сосредоточены в центральной ямке сетчатки. Большая их часть образует желтое пятно — место наилучшего видения. По направлению к периферии сетчатки число колбочек уменьшается, количество палочек нарастает. По периферии сетчатки располагаются только палочки.

Медиально от заднего полюса глаза располагается слепое пятно, не содержащее фоторецепторов и поэтому нечувствительное к световому раздражению. В области слепого пятна находится сосок зрительного нерва (место отхождения волокон зрительного нерва). Под слоем фоторецепторов расположен слой биполярных нейронов, периферические отростки которых контактируют с палочками и колбочками.

Для того чтобы лучи света из окружающей среды фокусировались точно на желтое пятно сетчатки, в глазном яблоке находятся светопреломляющие среды. К ним относятся: 1) роговая оболочка, или роговица, в переднем отделе глаза; 2) передняя и задняя камеры глаза — пространство между радужной оболочкой и роговицей спереди и хрусталиком сзади, заполненное водянистой влагой; 3) хрусталик — двояковыпуклая прозрачная линза, заключенная в капсулу, от которой тянутся тонкие связки, подвешивающие хрусталик к ресничному телу; 4) стекловидное тело, расположенное позади хрусталика и занимающее

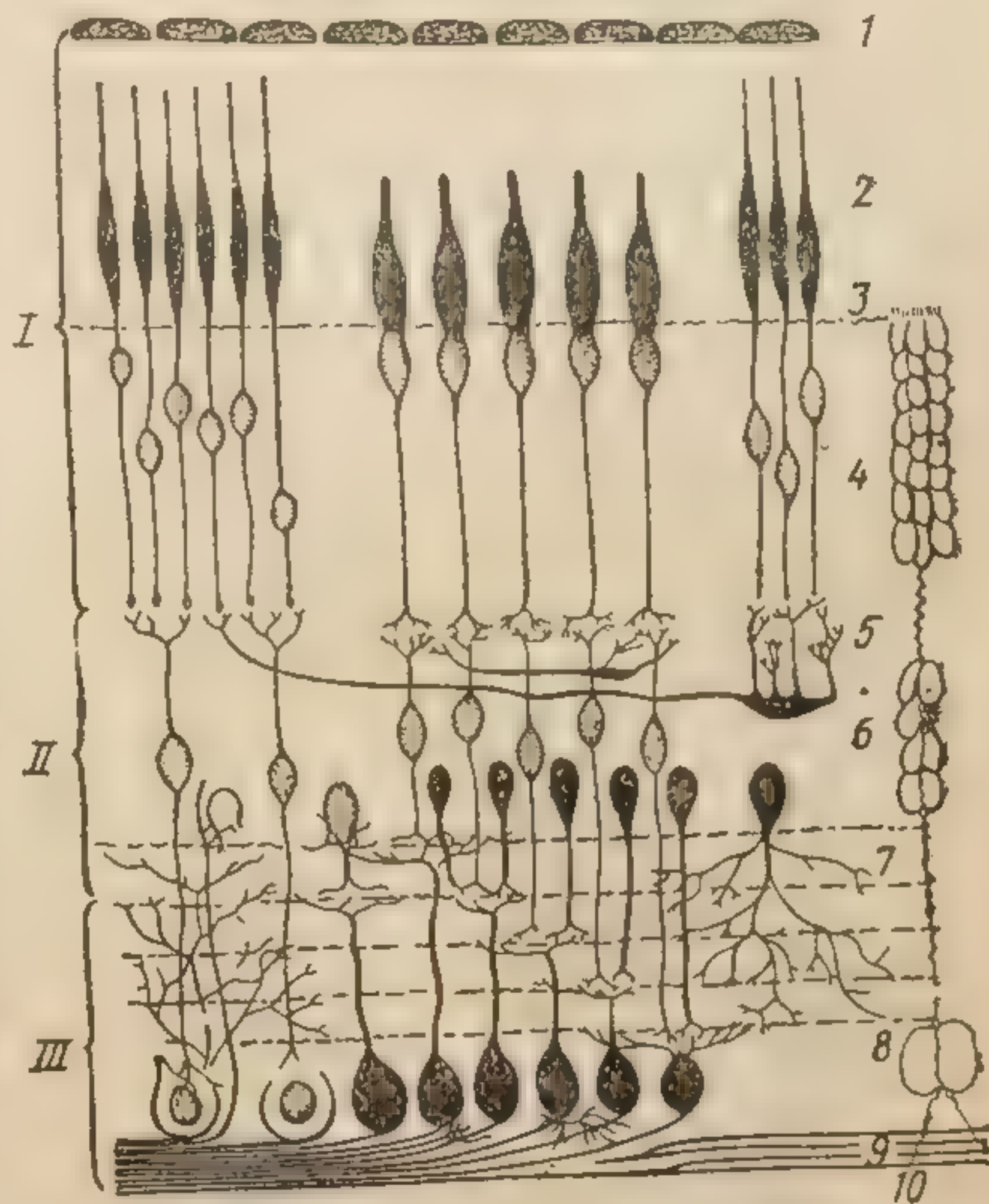


Рис. XII.2. Строение сетчатки (по Кравкову): I, II, III — первый, второй и третий нейроны. 1 — пигментный слой; 2 — слой палочек и колбочек; 3 — наружная пограничная перепонка; 4 — внешний зернистый слой; 5 — внешний межзернистый слой; 6 — внутренний зернистый слой; 7 — внутренний межзернистый слой; 8 — ганглиозные клетки; 9 — волокна зрительного нерва; 10 — внутренняя пограничная перепонка. Справа изображено опорное волокно Мюллера



внутреннее пространство глазного яблока. Хрусталик, его связки и капсула, а также ресничная мышца составляют аккомодационный аппарат глаза, приспособляющий глаз к лучшему видению разноудаленных предметов. Под влиянием сокращения ресничной мышцы происходит изменение кривизны хрусталика и лучи света преломляются так, чтобы изображение объекта зрения попало на желтое пятно сетчатки.

Движения глазного яблока обеспечиваются четырьмя прямыми и двумя косыми мышцами глаза. Эти мышцы, начавшись в глубине глазницы, направляются вперед и прикрепляются каждая самостоятельно. Они удерживают и поворачивают глазное яблоко в направлении рассматриваемого предмета. Диаметр волокон этих мышц меньше, чем у скелетных. Наибольший диаметр у нижней косой и наименьший у верхней косой мышцы.

Проводниковый отдел зрительного анализатора начинается в сетчатой оболочке глаза от биполярных нейронов (1-й нейрон), посылающих импульсы ганглиозным нейронам (2-й нейрон). Аксоны последних образуют зрительный нерв. На основании мозга правый и левый зрительные нервы образуют перекрест. У человека он неполный: на противоположную сторону переходят лишь те волокна, которые отходят от медиальной (носовой) половины сетчатки (рис. XII.3). Волокна, идущие от латеральной (височной) половины сетчатки, остаются на своей стороне,

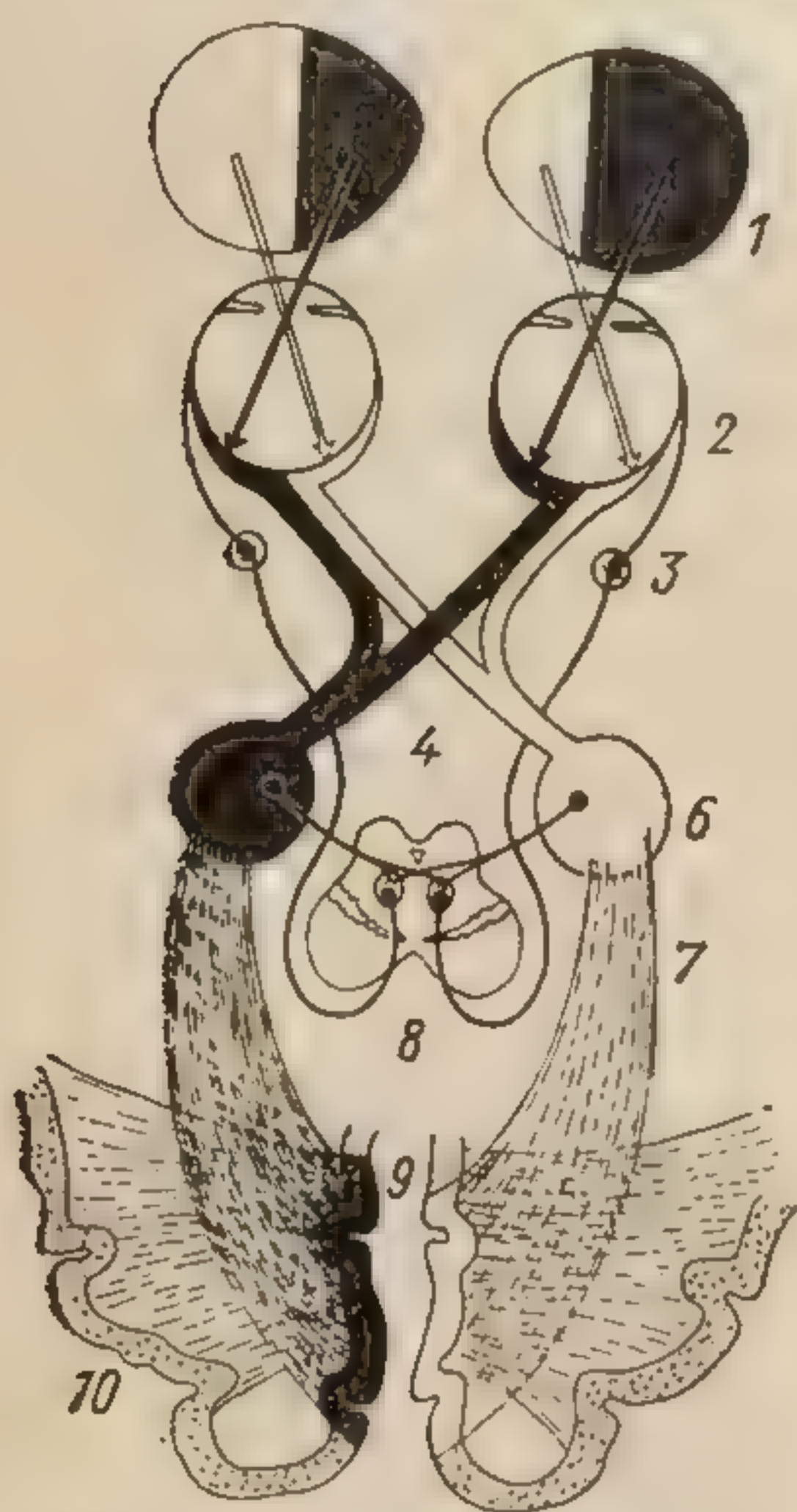


Рис. XII.3. Схема проводящих путей зрительного анализатора (по Кейдель):

1 — поле зрения; 2 — сетчатка; 3 — ресничный узел; 4 — перекрест зрительных нервов; 5 — зрительный тракт; 6 — подкорковые центры зрения; 7 — центральный зрительный путь; 8 — глазодвигательные нервы; 9 — корковый отдел анализатора зрения; 10 — зрительные центры памяти

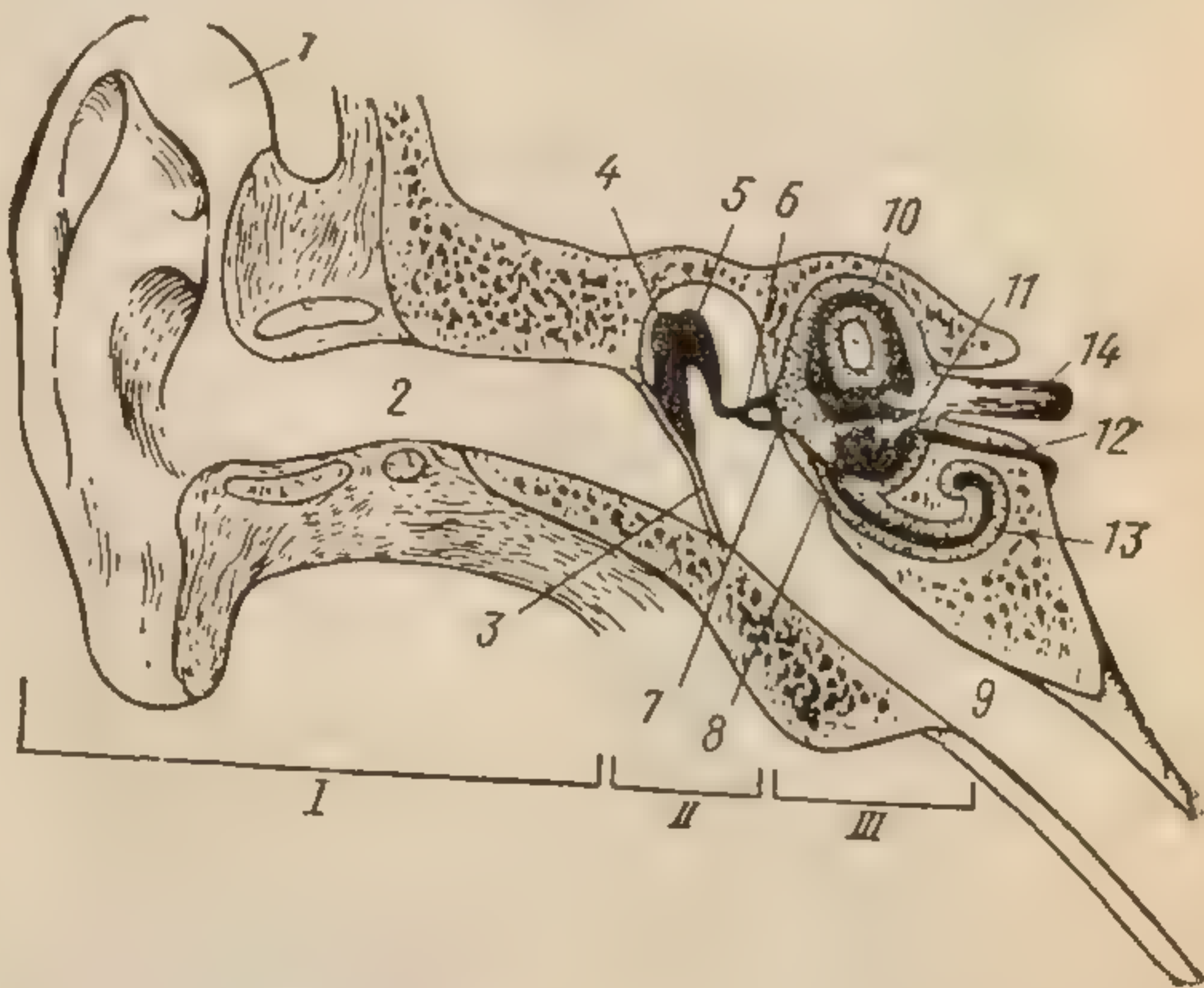


Рис. XII.4. Фронтальный разрез через органы равновесия и слуха человека:

I — наружное ухо; II — среднее ухо; III — внутреннее ухо; 1 — ушная раковина; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — молоточек; 5 — наковальня; 6 — стремечко; 7 — овальное окно; 8 — круглое окно; 9 — слуховая труба; 10 — полукружный канал; 11 — мешочек; 12 — эндолимфатический проток; 13 — улитка; 14 — слуховой нерв

только присоединяясь к перекресту. После перекреста волокна продолжают в правый и левый зрительные тракты, направляющиеся к подкорковым центрам. Здесь формируются простые рефлекторные ответы



на возбуждение зрительных рецепторов. Клетки четверохолмия связаны с вегетативным ядром ножек мозга, иннервирующим мышцу, суживающую зрачок (зрачковый рефлекс); четверохолмие связано также с передними рогами спинного мозга, благодаря чему возможны координированные двигательные рефлексы в ответ на зрительные сигналы, в частности поворот головы к источнику раздражения. От нейронов латеральных коленчатых тел (3-й нейрон) начинается центральный зрительный путь к корковому отделу зрительного анализатора — в кору затылочной доли больших полушарий (поля 17, 17—19, по Бродману).

**Слуховой и вестибулярный анализаторы.** Рецепторные элементы этих органов локализованы в пирамиде височной кости (рис. XII.4). Периферический отдел этих анализаторов имеет сложный вспомогательный аппарат, части которого в эволюции позвоночных претерпели большие изменения, чем сами рецепторные клетки.

Рецепторные клетки органа слуха находятся в улитке внутреннего уха. Звуковые колебания передаются к ним через специальные звукопроводящие структуры, к которым относятся ушная раковина и наружный слуховой проход (наружное ухо), среднее ухо, или барабанная полость, содержащая цепь слуховых косточек: молоточек, наковальню и стремечко. Наружное ухо отделено от среднего барабанной перепонкой, колебания которой движением цепи слуховых косточек передаются во внутреннее ухо (лабиринт).

Звуковоспринимающей частью слухового анализатора является улитка. У человека, как и у других млекопитающих, улитка представляет собой костный канал, закрученный в виде спирали. У человека спиральный канал образует 2,5 витка, общая длина улитки равна 35 мм.

Внутри канала улитки вдоль него проходят две мембраны: основная, или базилярная, и мембрана Рейснера.

Основная мембрана имеет неравномерную ширину. Она образована соединительнотканными волокнами, напоминающими струны разной длины: у основания улитки — короткими, у верхушки — длинными. На мембране помещаются в два ряда рецепторные волосковые клетки (спиральный орган) (рис. XII.5). Над ним находится тонкая соединительнотканная пластинка — покровная мембрана, один край которой прикреплен к костному уступу улитки, а другой свободно плавает в эндолимфе над волосковыми клетками и раздражает их. Рецепторные клетки оплетены нервными волокнами — периферическими отростками чувствительных нейронов (1-й нейрон), образующих спиральной формы узел в костной улитке. Центральные отростки этого узла образуют улитковый нерв, выходящий из основания костной улитки. Он заканчивается в двух улитковых ядрах продолговатого мозга (2-й нейрон), откуда нервные волокна поднимаются к подкорковым центрам слуха своей противоположной стороны — в медиальные коленчатые тела и нижние бугорки четверохолмия. От нейронов медиальных коленчатых тел начинается центральный слуховой путь к корковому отделу анализатора слуха — верхней височной извилине (поля 41, 42, 22, по Бродману).

Вестибулярный анализатор воспринимает изменение положения и движения тела в пространстве. Вестибулярный аппарат, как и слуховой, находится во внутреннем ухе (лабиринте). Он состоит из костного и перепончатого лабиринтов (см. рис. XII.4).

Костный лабиринт образован преддверием и тремя полукружными каналами, имеющими на конце колбообразное расширение — ампулу. Полукружные каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных



плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной. Полукружные каналы сообщаются с преддверием пятью отверстиями на его задней стенке.

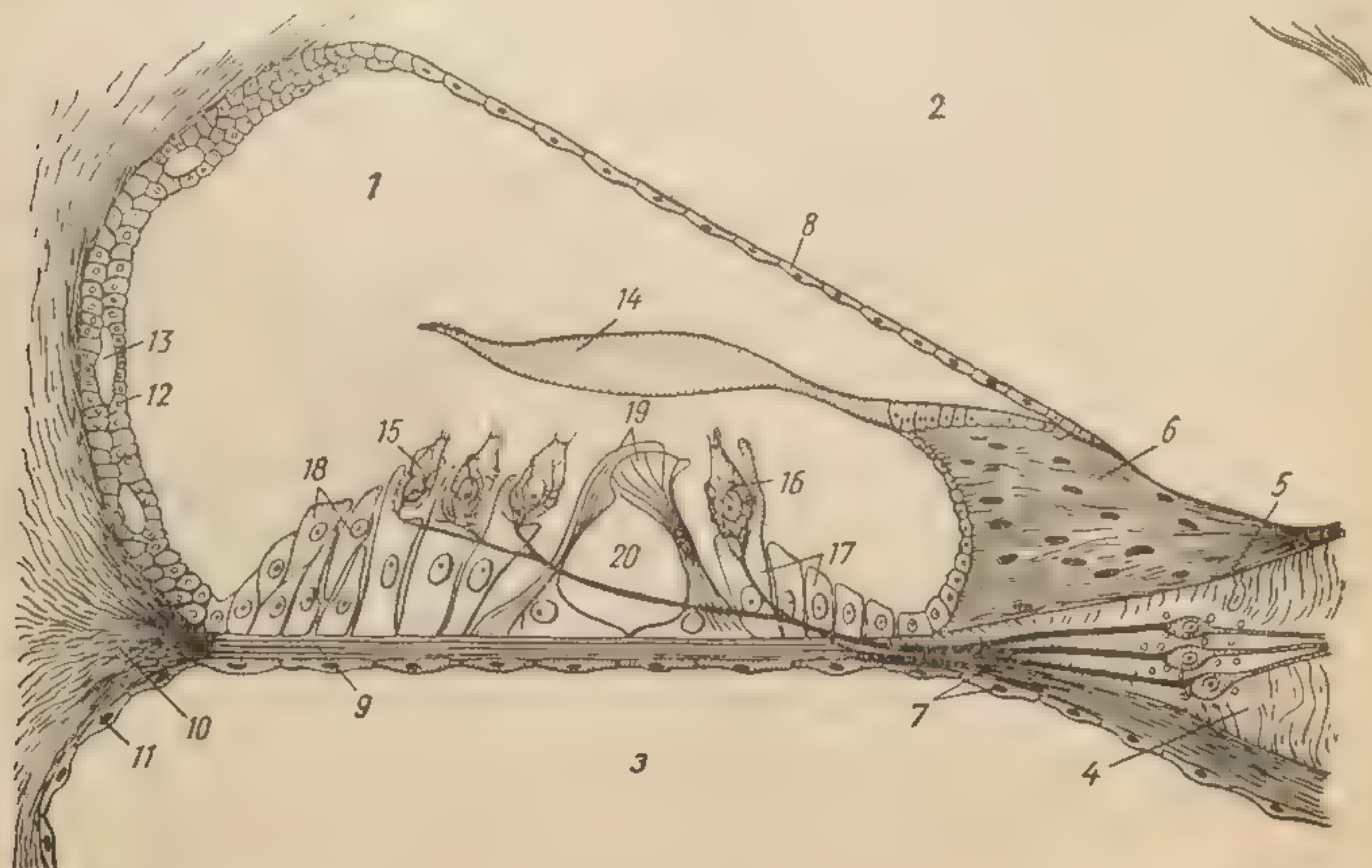


Рис. XII.5. Поперечное сечение перепончатого канала улитки. Спиральный орган слуха:  
1 — перепончатый канал улитки; 2 — вестибулярная лестница; 3 — барабанная лестница; 4 — спиральная костная пластинка; 5 — спиральный узел; 6 — спиральный гребешок; 7 — дендриты нервных клеток; 8 — вестибулярная мембрана; 9 — базилярная мембрана; 10 — спиральная связка; 11 — эпителий, выстилающий барабанную лестницу; 12 — сосудистая полоска; 13 — кровеносный сосуд; 14 — покровная пластинка; 15 — наружные волосковые (слуховые) клетки; 16 — внутренние волосковые (слуховые) клетки; 17 — внутренние опорные клетки; 18 — наружные опорные клетки; 19 — наружные и внутренние клетки столбы; 20 — туннель

Внутри костного лабиринта находится перепончатый лабиринт, почти полностью повторяющий его конфигурацию. В перепончатом лабиринте содержится жидкость — эндолимфа. Между костным и перепончатым лабиринтами есть небольшое пространство, заполненное перилимфой.

Перепончатое преддверие представлено двумя сферическими образованиями: маточкой и мешочком. Они выстланы эпителием, среди клеток которого находятся скопления (пятна) волосковых рецепторных клеток. Маточка и мешочек содержат по одному пятну, в которых между волосками клеток располагаются отолиты — кристаллы фосфорно-углекислого кальция, оказывающие механическое давление на волоски рецепторных клеток. Пятна покрыты студенистой прозрачной массой, похожей на вуаль, — отолитовой перепонкой.

В ампулах перепончатых полукружных каналов среди клеток эпителия также имеются скопления специальных волосковых чувствительных клеток, образующие ампульные гребни. Их длинные волоски погружены в полупрозрачную массу, которая покрывает гребешок. При вращении тела волоски рецепторных клеток прогибаются, что ведет к возбуждению волосков вестибулярного нерва. Механические раздражения волосковых клеток пятен преддверия и гребней ампул каналов



трансформируются в нервные импульсы, которые воспринимаются нервными волокнами, оплетающими волосковые клетки, — отростками биполярных чувствительных нейронов вестибулярного узла. (Эти нейроны являются первыми в проводниковом отделе вестибулярного анализатора.) Центральные отростки биполярных нейронов образуют нерв преддверия — вестибулярную ветвь VIII пары черепных нервов. Чувствительные волокна направляются к ядрам продолговатого мозга, где находится 2-й нейрон проводникового отдела вестибулярного анализатора. В продолговатом мозгу и мосту на дне ромбовидной ямки расположены 4 вестибулярных ядра: верхнее, латеральное, медиальное и нижнее. От них отходят пути к мозжечку (центру координации движений), к двигательным центрам спинного мозга, к ядрам ретикулярной формации и зрительного бугра. От нейронов зрительного бугра начинается центральный конец проводникового отдела вестибулярного анализатора, заканчиваясь, как предполагают, в передних отделах теменно-височной области коры. Точная локализация коркового отдела вестибулярного анализатора пока неизвестна.

**Обонятельный анализатор.** В слизистой оболочке верхнего отдела полости носа расположены специальные обонятельные клетки; их периферические отростки утолщены в виде булавы с ресничками, которые выдвигаются навстречу запаху. Вещества, растворенные в воздухе, воздействуя на эти клетки, вызывают трансформацию химической энергии в нервные импульсы. Центральные отростки обонятельных клеток соединяются в 20 нитей, которые синаптируют с нейронами обонятельных луковиц. Нейриты клеток луковиц образуют обонятельные тракты, направляющиеся в подкорковые центры обоняния: головку хвостатого ядра, ядра уздечки промежуточного мозга, миндалевидное ядро височной доли мозга, ядра ретикулярной формации, сосцевидные тела, ножку гиппокампа. В коре больших полушарий мозга обонятельный центр занимает область сводчатой извилины на их медиальной и нижней поверхностях.

**Вкусовой анализатор.** Периферический отдел анализатора вкуса представлен специфическими вкусовыми клетками в луковицах сосочков слизистой оболочки языка (рис. XII.6). Вкусовые клетки встречаются также на нёбе, дужках и надгортаннике.

На поверхность слизистой луковицы открываются порами, из которых выступают выросты вкусовых клеток навстречу химическим веществам, растворенным в жидкости. Каждый вид вкусовой чувствительности воспринимается сосочками определенной формы и локализации. Так, сладкое чувствуют сосочки, расположенные на кончике язы-



рис. XII.6. Вкусовые луковицы на вертикальном разрезе листовидного сосочка языка:

- 1 — многослойный плоский эпителий сосочка языка;
- 2 — пространство между сосочками;
- 3 — вкусовая пора;
- 4 — клетки вкусовой луковицы;
- 5 — штифтики;
- 6 — соединительная ткань



ка, горькое — у его корня, кислое — лежащие в средней части его боковой поверхности, соленое — у кончика и по краям. Различают три формы вкусовых сосочков: грибовидные, листовидные и желобоватые (окруженные валом). Некоторые сосочки обладают смешанной чувствительностью.

Вкусовые клетки трансформируют химическую энергию раздражителя в нервные импульсы, воспринимаемые отростками чувствительных нейронов узлов тройничного, промежуточного и языкоглоточного нервов (1-й нейрон). От узлов возбуждения передается в подкорковые центры вкуса — конечное ядро ствола головного мозга (2-й нейрон), связанное со зрительным бугром. Кортиковым центром вкусового анализатора является кора передней части парагиппокампальной извилины.

Анализаторы обоняния и вкуса функционально связаны как в периферических, так и в центральных отделах.

**Кожный анализатор.** Кожа, благодаря своей большой площади (16 000 см<sup>2</sup>), выполняет роль огромного рецепторного поля. В нем разветвляются чувствительные нервные окончания (рецепторы) волокон афферентных нейронов.

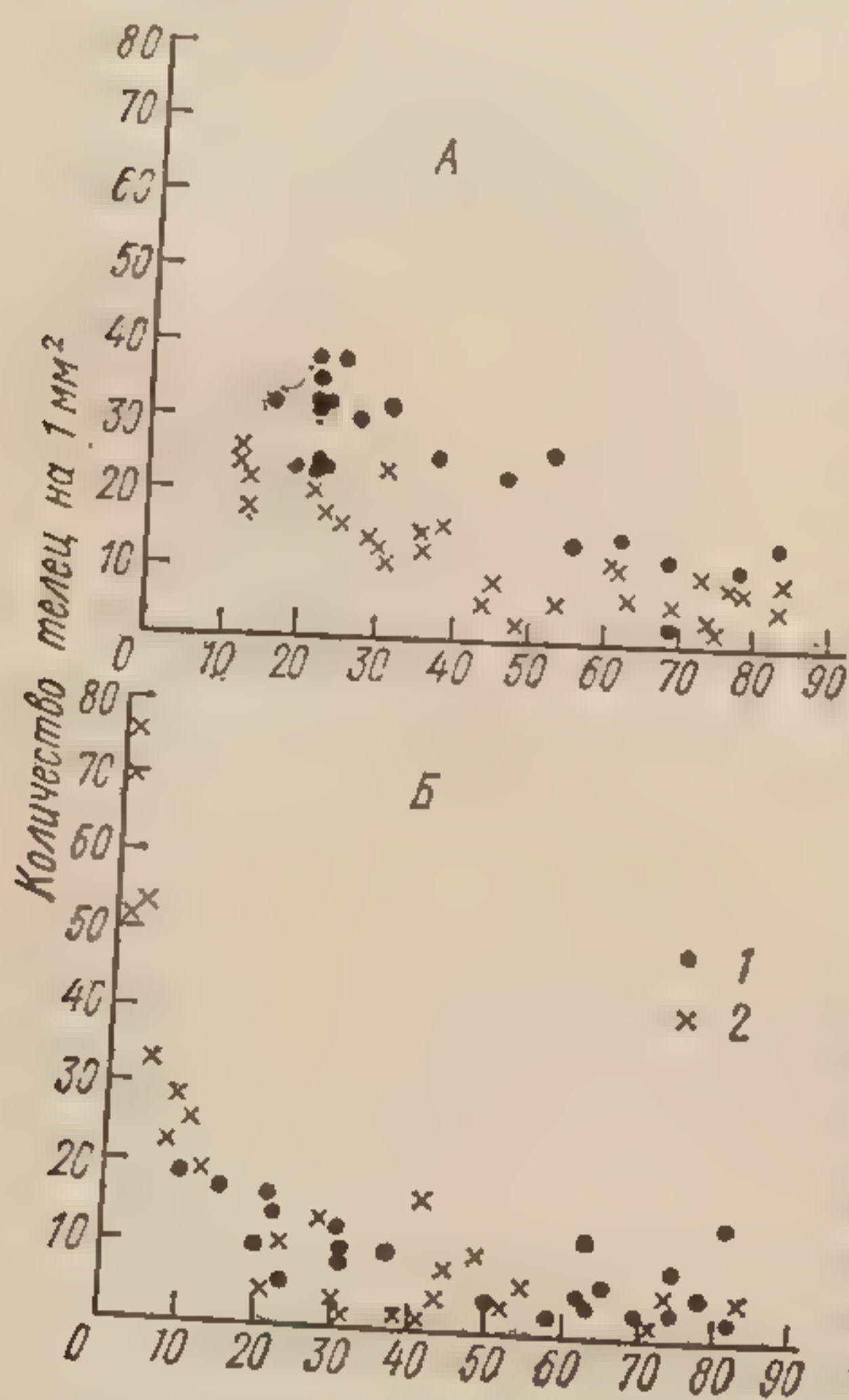


Рис. XII.7. Возрастные изменения концентрации мейснеровских телец в коже V (А) и I пальца (Б) стопы (по Bolton et al., 1966). По оси x — возраст в годах; 1 — женщины; 2 — мужчины

Кроме большого количества свободных нервных окончаний, воспринимающих болевые раздражения, в коже имеются различные по строению специализированные рецепторы. К ним принадлежат пластинчатые нервные тельца Фатер-Пачини, воспринимающие давления; тельца Мейснера и диски Меркеля, а также нервные сплетения (манжетки) вокруг корня волос, которые воспринимают прикосновение (рис. XII.7). Концевые колбы Краузе относятся к холодовым рецепторам, сосочковые кисти Руффини — к тепловым.

От кожных рецепторов туловища и конечностей возбуждение по чувствительным нервам достигает нейронов задних рогов спинного мозга. Для температурной, болевой, тактильной чувствительности кожи туловища и конечностей первичными центрами являются нейроны задних рогов спинного мозга. Отсюда начинаются восходящие пути кожной чувствительности. Сигналы температурной и болевой чувствительности идут по боковым, а тактильной — по передним канатикам спинного мозга своей и противоположной стороны. Они направляются к

нейронам зрительного бугра. От кожных рецепторов лица и отчасти шеи возбуждение передается по чувствительным волокнам тройничного и блуждающего (от промежуточного, верхнего и нижнего узлов) нервов в ядра продолговатого мозга, а затем в зрительный бугор. Кортиковым отделом кожной чувствительности у человека является кора постцентральной извилины и верхней теменной доли (поля 1, 2, 3, 5, 7, по Бродману).



Анализатор кожной чувствительности принадлежит к экстерорецептивным, в отличие от анализаторов внутренних органов, которые называются интерорецептивными. Морфология рецепторного аппарата внутренних органов изучена подробно, однако о проводниковых отделах, промежуточных центрах и корковой локализации сведения противоречивы и неполны. Несомненным является наличие коркового представительства чувствительности внутренних органов, о чем свидетельствует возможность выработки условных рефлексов в ответ на раздражение интерорецепторов различных внутренних органов.

Специально следует отметить двигательный анализатор, воспринимающий и проводящий в центральную нервную систему возбуждения от рецепторов двигательного аппарата (проприоцептивная чувствительность). Мышечно-суставное чувство возникает в результате возбуждения рецепторов мышц и сухожилий и в виде нервных импульсов по соответствующим чувствительным волокнам передается в задние рога спинного мозга, затем к ядрам нежного и клиновидного пучков в продолговатом мозгу. Отсюда в составе медиальной петли они направляются к ядрам зрительного бугра, а после в кору. Корковый отдел двигательного анализатора занимает предцентральную и задние отделы средней и верхней лобной извилин (поля 4 и 6, по Бродману).

Данные о возрастных, половых и этнических различиях в физиологии органов чувств довольно многочисленны. Однако морфологическая основа этих различий еще почти не изучена. Известны возрастные изменения числа мейснеровских телец в коже стопы (рис. XII.7).

### ГЛАВА XIII

## ПОКРОВЫ ТЕЛА

### КОЖА

Кожа образует общий покров тела человека, защищающий организм от вредных воздействий извне. Она выполняет также функцию органа чувств, при помощи которого воспринимаются осязательные, болевые и температурные раздражения. Кожа участвует в терморегуляции, выполняет дыхательную и выделительную функции.

Общая поверхность кожи у взрослого человека равна приблизительно  $1,5-1,8 \text{ м}^2$ .

Кожа состоит из поверхностного эпителиального слоя, происходящего из эктодермы, и более глубокого соединительнотканного слоя — собственно кожи, или дермы, развивающегося из мезодермы (рис. XIII.1). С подлежащими тканями кожа соединяется подкожной основой, в которой между соединительнотканными пучками залегают жировые клетки, образующие жировые дольки.

В эпидермисе различают поверхностный роговой слой, состоящий из плоских ороговевших клеток; светлый (блестящий) слой; затем зернистый, в клетках которого содержатся зернышки кератогиалина; и, наконец, более глубокий ростковый, или мальпигиевый, слой. Рост-



ковый слой состоит из цилиндрических и многоугольных, содержащих ядро эпителиальных клеток. В клетках и межклеточных пространствах мальпигиевого слоя заложен пигмент кожи. Он граничит с кориумом, отделяясь от него тонкой бесструктурной основной перепонкой.

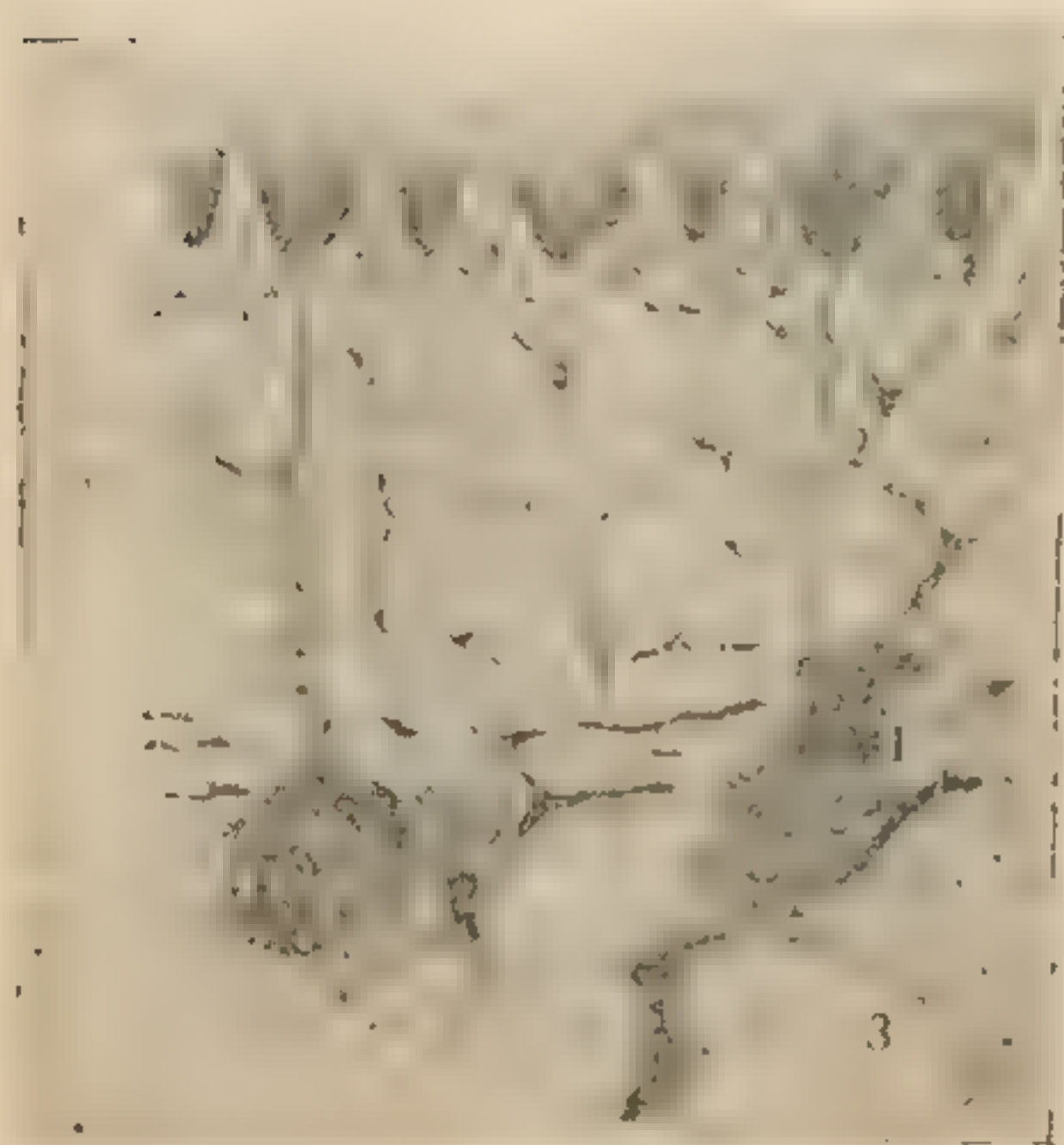


Рис. XIII.1. Строение кожи (по Martin, 1928):

I — эпидерма; II — дерма;  
III — подкожная основа; 1 —  
потовая железа; 2 — выводной  
проток потовой железы, 3 —  
жир

Такое четырехслойное строение эпидермиса особенно выражено на подошвах и ладонях. На других участках тела (голова, живот) в эпидермисе отчетливо выражены лишь роговой и ростковый слой.

Дерма (кориум), или собственно кожа, состоит из волокнистой соединительной ткани. Между коллагеновыми соединительнотканными волокнами находятся эластичные волокна, от которых зависит эластичность кожи. Кориум подразделяется на сосочковый и ретикулярный (сетчатый) слои. Сосочки сосочкового слоя вдаются в эпидермис. На ладонях и подошвах они развиты больше, чем на других частях тела. В коже ушных раковин и промежности сосочки отсутствуют.

Строение и толщина кожи варьируют на разных участках тела. У взрослого мужчины на туловище, шее, большей части головы толщина кожи около 1,8 мм. Наиболее толстая

кожа отмечена на ладонях и подошвах, на спине, в ягодичной области; на веках и ушных раковинах кожа более тонкая. У женщин кожа тоньше, чем у мужчин. По толщине кожи существуют и некоторые межпопуляционные различия, наиболее заметные на коже головы и лица. Индивидуальные вариации толщины кожи обусловлены главным образом количеством отлагаемого жира в подкожной основе.

Толщина жирового слоя неодинакова на разных участках тела. В наибольшем количестве жировая ткань залегает в области живота, на подошвах и ягодицах. В некоторых местах образуются даже так называемые жировые подушки. В целом жиротложение зависит от питания, общего метаболизма, пола и возраста. Подкожная основа у мужчин беднее жиром, чем у женщин.

С возрастом усиливается слущивание поверхностных чешуек эпидермиса, происходит периодическое сдавливание росткового слоя эпидермиса и сосочкового слоя дермы, что уменьшает эластичность кожи и ведет к образованию морщин. В старческом возрасте образование морщин на лице особенно усиливается после выпадения зубов и редукции альвеолярного отростка челюсти.

Различия в толщине и строении кожи, а также ее возрастные изменения у разных рас мало изучены. Но известно, что у бушменов и готтентотов сильная морщинистость наблюдается даже в молодом возрасте. В некоторых монголоидных группах морщинистость лица выражена слабо благодаря хорошо развитой подкожной основе.

В коже заложены сальные и потовые железы. Потовая железа состоит из длинной узкой трубочки, конец ее свернут в клубочек, залегающий обычно на границе между дермой и подкожной основой. Ее



выводной проток проходит между двумя сосочками сосочкового слоя дермы и открывается на поверхности эпидермиса. Потоотделение — это один из способов теплоотдачи и выведения из организма вредных продуктов обмена. В коже людей насчитывается около 2 млн. потовых желез. Общее число потовых желез варьирует у отдельных людей, но их количественное распределение у разных расовых групп на аналогичных участках тела почти одинаково.

Сальная железа представляет собой вырост эпителия наружного корневого влагалища волоса. Протоки сальных желез открываются почти всегда в волосяные сумки (мешочки), их секрет служит смазкой для волос и эпидермиса кожи. Сальные железы рассеяны по всему телу, их нет только в коже ладоней и подошв. Деятельность сальных желез наиболее активна в период полового созревания, к старости она уменьшается.

Кроме сальных и потовых желез в коже имеются еще апокриновые железы, расположенные в подмышечных впадинах, на лобке и в паховых сгибах. Как и потовые железы, они состоят из трубочек, образующих более рыхлые клубочки. Эти железы крупнее, чем потовые, кроме того, их протоки всегда открываются в волосяные сумки и выделяют вещество, обуславливающее специфический запах. Апокриновые железы начинают секретировать с наступлением половой зрелости. В старости их деятельность угасает. У человека они развиты слабо, в то время как у животных эти железы служат для взаимного привлечения полов по запаху.

Особой разновидностью апокриновых желез являются расположенные экзоэпителиально (подкожно) молочные железы. Это две альвеолярно-трубчатые железы, лежащие симметрично на передней поверхности грудной клетки в области III—VII ребер по среднеключичной линии. Многочисленные протоки желез открываются на вершине сосков, расположенных в центре желез. Соски окружены темнопигментированным участком кожи — околососковым кружком, или ареолой. Начальные стадии формирования молочной железы (закладка на 6-й неделе внутриутробного развития и формирование соска в течение двух первых лет после рождения) у мальчиков и девочек одинаковы. Однако в дальнейшем железа достигает полного развития только у женщин в связи с функцией вскармливания младенца. У мужчин в период полового созревания происходит небольшое кратковременное набухание железистой ткани. Более подробно стадии развития молочных желез рассмотрены в гл. II в связи с описанием вторичных половых признаков. У взрослых женщин выделяют две формы желез — полушаровидную и коническую. Старые авторы (Ж. Деникер и др.) указывают на этнические различия в форме молочных желез.

## КОЖНЫЙ РЕЛЬЕФ

На ладонях и подошвах, в отличие от других частей тела, кожа не гладкая, она покрыта сгибательными, или флексорными, складками (бороздами) и кожными гребешками, или папиллярными линиями (рис. XIII.2 А и Б).

**Флексорные борозды.** Главные флексорные складки, находящиеся в области суставов, закладываются в эмбриональном периоде и в основном остаются неизменными в течение всей жизни. Так, на ладонях одна из таких складок идет выпуклой дугой и ограничивает возвышение большого пальца и I межпальцевую подушечку (рис. XIII.2 А). Это сгибательная складка большого пальца, образовавшаяся вследствие



приведения и отведения. Дистально от нее находится проксимальная поперечная, или пятипальцевая, сгибательная складка, идущая наклонно от первого межпальцевого промежутка в проксимально-ульнарном (локтевом) направлении. Дистальная поперечная сгибательная складка — трехпальцевая — ограничивает проксимально III и IV межпальцевые подушечки; она начинается на ульнарном крае ладони, образуясь от сгибания III—V пальцев. Иногда пяти- и трехпальцевая складки соединяются в одну поперечную — четырехпальцевую сгибательную складку. Выделяют также переходные и особые формы складок.

Вдоль ладони иногда расположены еще 2—3 продольные сгибательные складки. К постоянным бороздам относятся фаланговые сгибательные складки в местах сгиба пальцев, пястно-фаланговые у основания I—V пальцев и запястная, или браслетная, складка, ограничивающая ладонь проксимально.

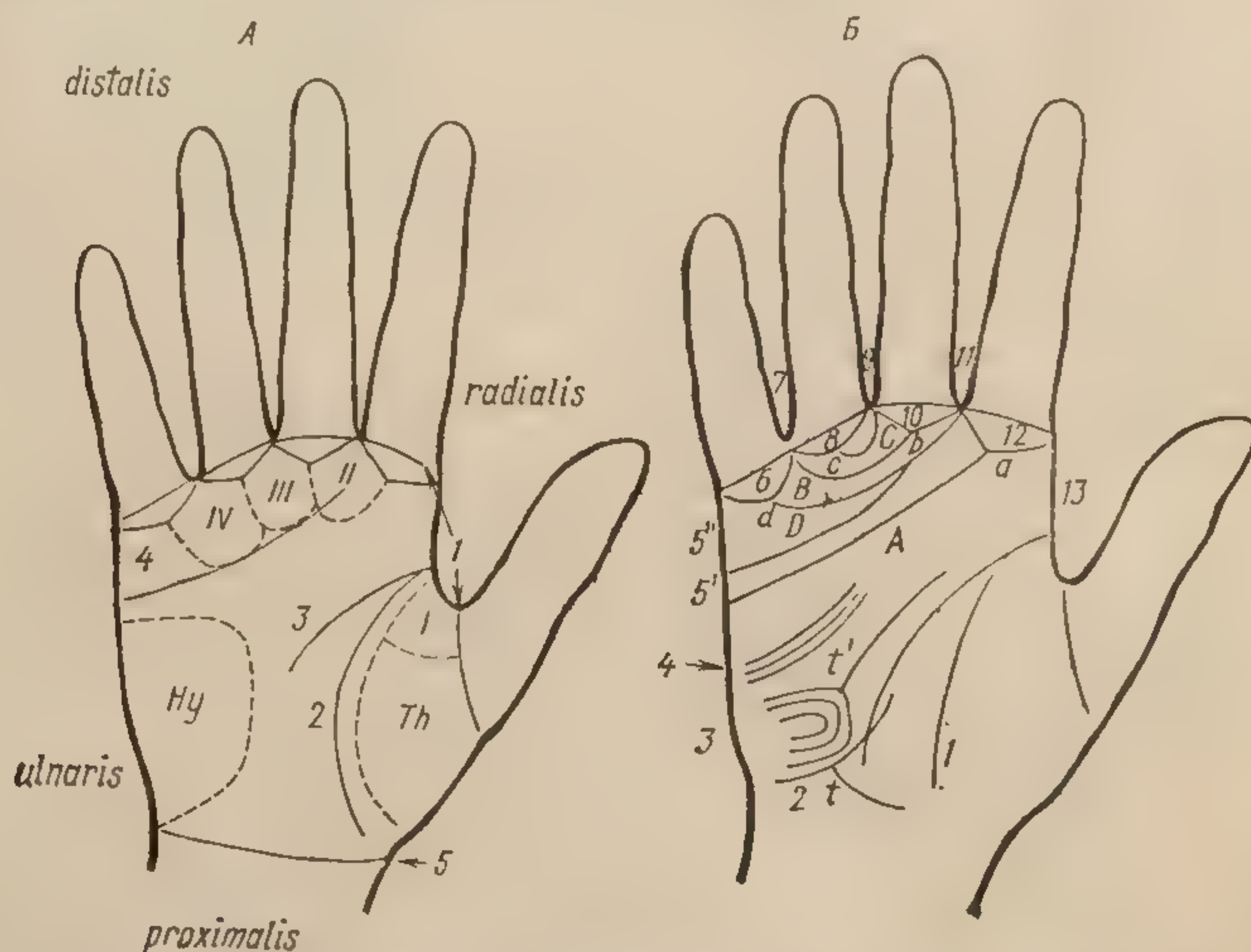


Рис. XIII.2. Схема ладонной топографии, ладонных полей, трирадиусов, линий и узоров (модификация по Cummins, Midlo, 1961).  
На А: I, II, III, IV — межпальцевые подушечки; Hy — гипотенар; Th — тенар; 1 — пястно-фаланговые сгибательные складки; 2 — сгибательная складка большого пальца; 3 — пятипальцевая складка; 4 — трехпальцевая складка; 5 — запястная сгибательная складка;  
на Б: 1—13 — ладонные поля; a—d — пальцевые трирадиусы; t, t' — карпальный и промежуточный осевые трирадиусы; A, B, C, D — главные ладонные линии. Запись данного ладонного отпечатка: 11.9.7.5 — tt' — A<sup>u</sup>/L<sup>u</sup>. O. O. L. O

**Ладонные и подошвенные подушечки.** На опорных поверхностях конечностей некоторых стопоходящих млекопитающих, в том числе и приматов, в связи с приспособлением к ходьбе развились особые возвышения (подушечки). Они образованы скоплением жира и подкожной связующей ткани в области основных суставов как своеобразная подкладка, служащая опорой и смягчающими буферами при ходьбе. Подушечки по местоположению делятся на три группы: 1) пальцевые, или апикальные (их всего 5), находятся на концевых фалангах



зуюсь от сгибания III—V пальцев. Иногда пяти- и трехпальцевая складки соединяются в одну поперечную — четырехпальцевую сгибательную складку. Выделяют также переходные и особые формы складок.

Вдоль ладони иногда расположены еще 2—3 продольные сгибательные складки. К постоянным бороздам относятся фаланговые сгибательные складки в местах сгиба пальцев, пястно-фаланговые у основания I—V пальцев и запястная, или браслетная, складка, ограничивающая ладонь проксимально.

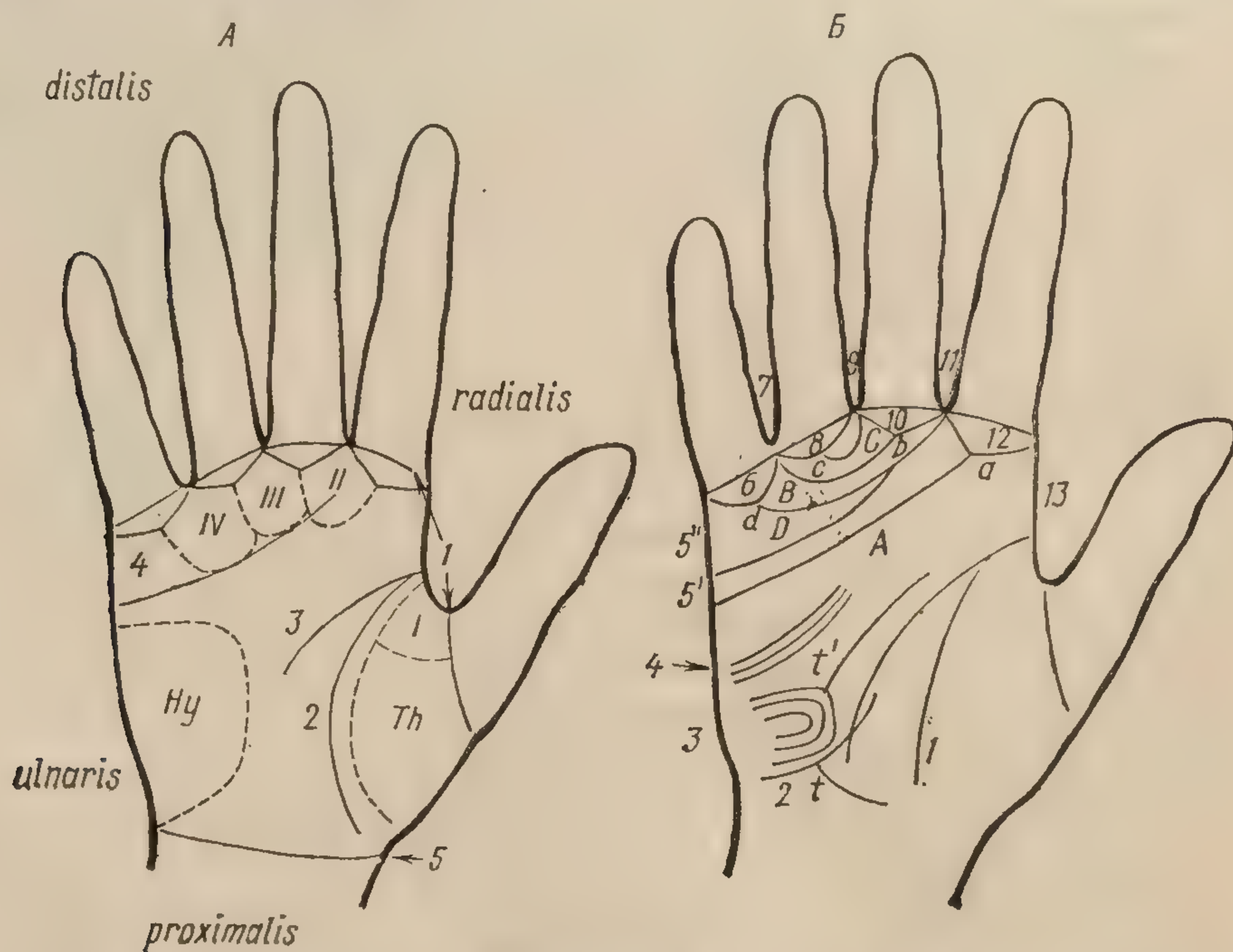


Рис. XIII.2. Схема ладонной топографии, ладонных полей, трирадиусов, линий и узоров (модификация по Cummins, Midlo, 1961).

На А: I, II, III, IV — межпальцевые подушечки; Hy — гипотенар; Th — тенар; 1 — пястно-фаланговые сгибательные складки; 2 — сгибательная складка большого пальца; 3 — пятипальцевая складка; 4 — трехпальцевая складка; 5 — запястная сгибательная складка; на Б: 1—13 — ладонные поля; a—d — пальцевые трирадиусы; t, t' — карпальный и промежуточный осевые трирадиусы; A, B, C, D — главные ладонные линии. Запись данного ладонного отпечатка: 11.9.7.5 — tt' — A<sup>u</sup>/L<sup>u</sup>. O. O. L. O

**Ладонные и подошвенные подушечки.** На опорных поверхностях конечностей некоторых стопоходящих млекопитающих, в том числе и приматов, в связи с приспособлением к ходьбе развились особые возвышения (подушечки). Они образованы скоплением жира и подкожной связующей ткани в области основных суставов как своеобразная подкладка, отличающаяся от кожи тем, что состоит из бифурмированных при ходьбе.



пальцев; 2) четыре межпальцевые (интердигитальные) — на ладонях и подошвах против межпальцевых промежутков; 3) две проксимальные подушечки: тенар (*thenar*) — у основания большого пальца и гипотенар (*hypothenar*) — на проксимально-ульнарном (-фибулярном) крае (см. рис. XIII.2).

**Кожные узоры.** Ладонные и подошвенные поверхности человека сплошь покрыты кожными гребешками, или папиллярными линиями (от лат. *papilla* — сосочек), которые на подушечках часто образуют определенные узоры (рис. XIII.3).

Опорные подушечки стопоходящих млекопитающих развились как приспособление к ходьбе. Они придают эластичность конечностям при передвижении. Наиболее возвышенные части подушечек соприкасаются с поверхностью объектов, и в этих местах развилась высокоспециализированная «гребешковая кожа». Кожные гребешки увеличивают силу трения при соприкосновении с посторонними предметами, уменьшая скольжение. Кроме того, гребешковая кожа более богата чувствительными нервными окончаниями, чем гладкая, и поэтому служит как тактильный, осязательный орган.

**Пальцевые узоры.** На концевых фалангах пальцев встречаются три основных типа узоров (рис. XIII.4): дуга (*arch* — A), петля (*loop* — L) и завиток (*whorl* — W). Такая трехтипная классификация впервые была предложена Ф. Гальтоном (1892). Впоследствии сам Гальтон и другие исследователи эту простую систему детализировали и выделили в основном четыре узорных типа: дуги, петли, истинные завитки и сложные, или составные, узоры.

Дуги бывают простые и Т-образные. В простых дугах кожные гребешки идут поперек пальцевой подушечки выпуклостью дистально, Т-образные дуги имеют трирадиус (дельта — место, где сходятся три разнонаправленные системы гребешков); его дистальный радиант обрывается и вокруг него обходят гребни в виде дистально выпуклых дуг; два краевых радианта трирадиуса идут в радиальном и ульнарном направлениях (рис. XIII.4, узоры 30 и 31).

Петли — однодельтовый, полузамкнутый узор (рис. XIII.4, узоры 23, 29). Если петля открыта в радиальную сторону, она называется радиальной (R или L'), если в ульнарную — ульнарной (U или L").

Истинные завитки имеют две дельты (замкнутый узор) (рис. XIII.4, узоры 5, 8, 13).

Сложные, или составные, узоры имеют два и более трирадиуса и состоят из двух и более рисунков. Вместе с истинными узорами они входят в класс завитков по Гальтону. К этой группе узоров относятся центральные карманы (рис. XIII.4, узор 15), латеральные карманные петли (рис. XIII.4, узор 20), двойные петли (рис. XIII.4, узор 10) и случайные узоры.

Раздел дерматоглифики, изучающий пальцевые узоры, часто на-

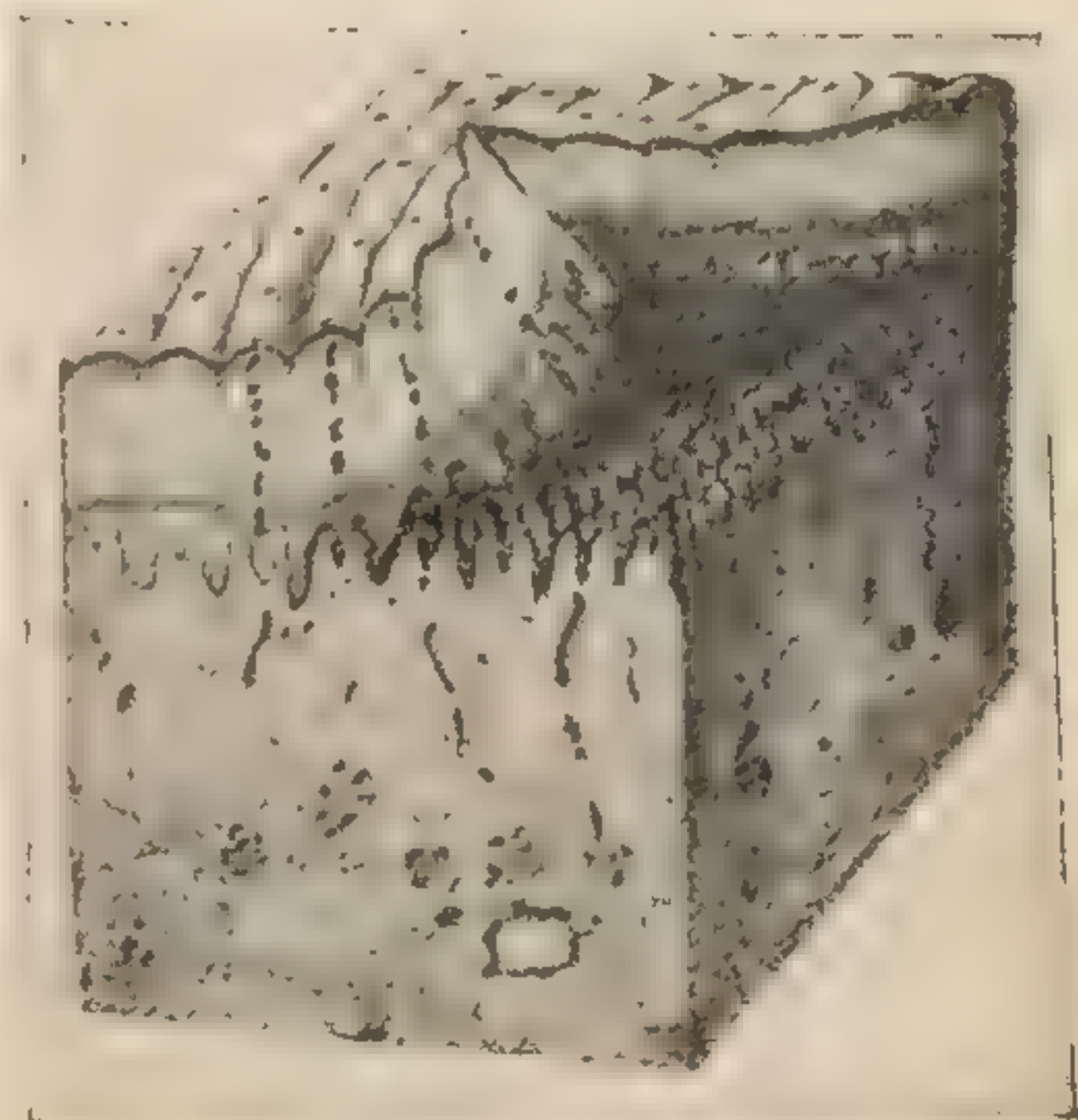


Рис. XIII.3. Реконструкция кусочка «гребешковой» кожи (по Cummins, Midlo, 1961)



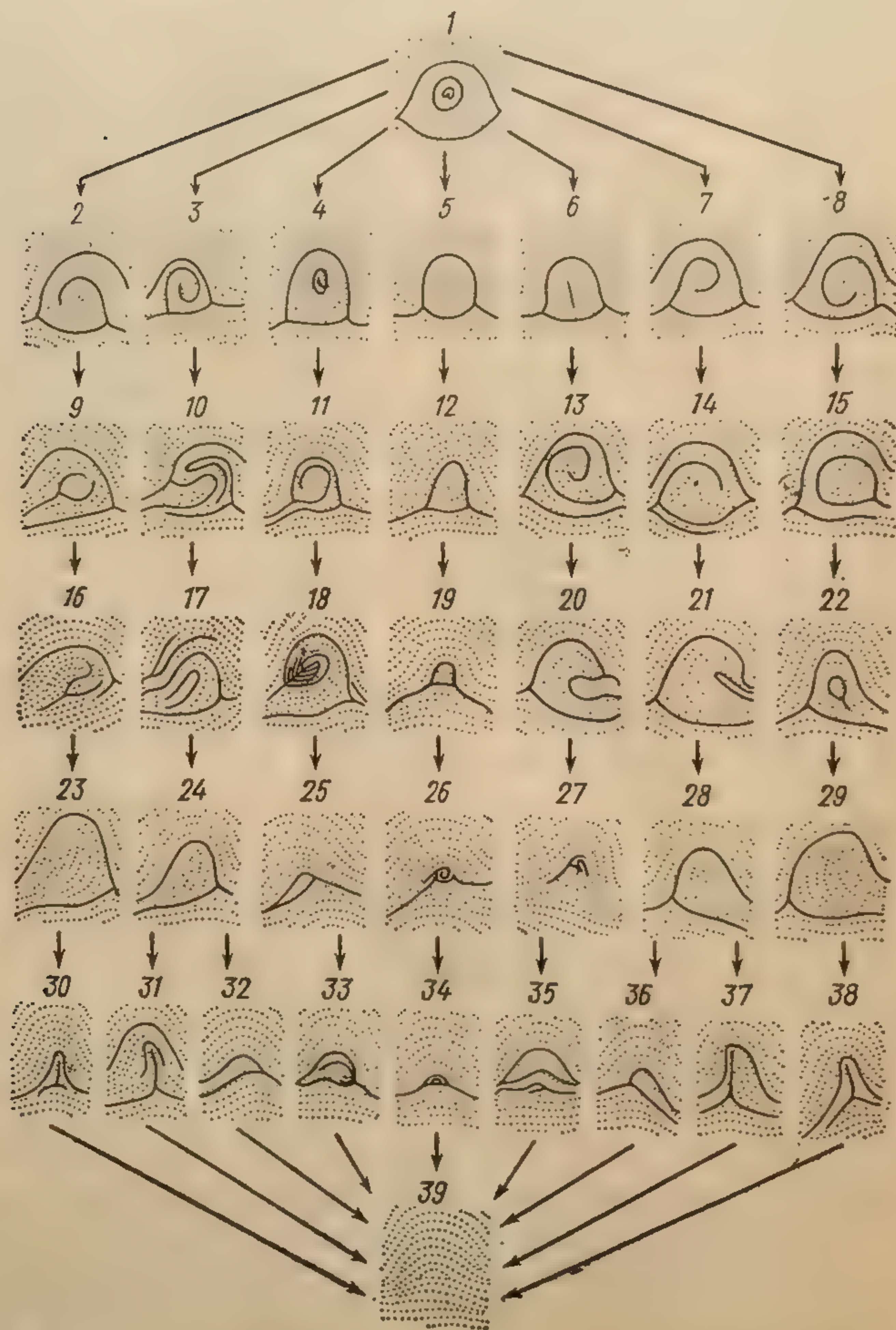
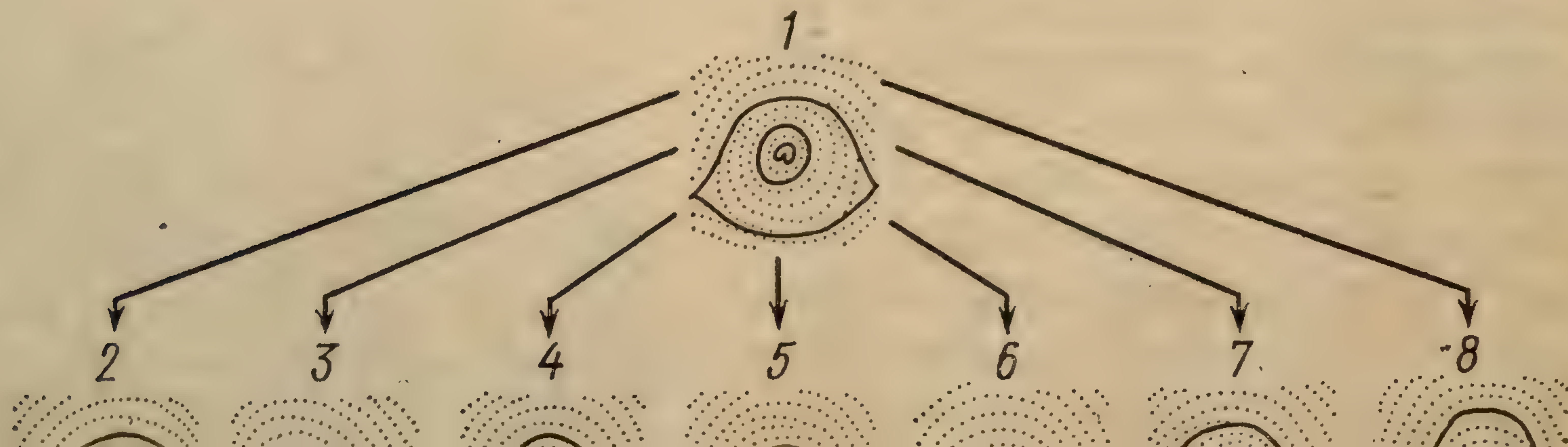
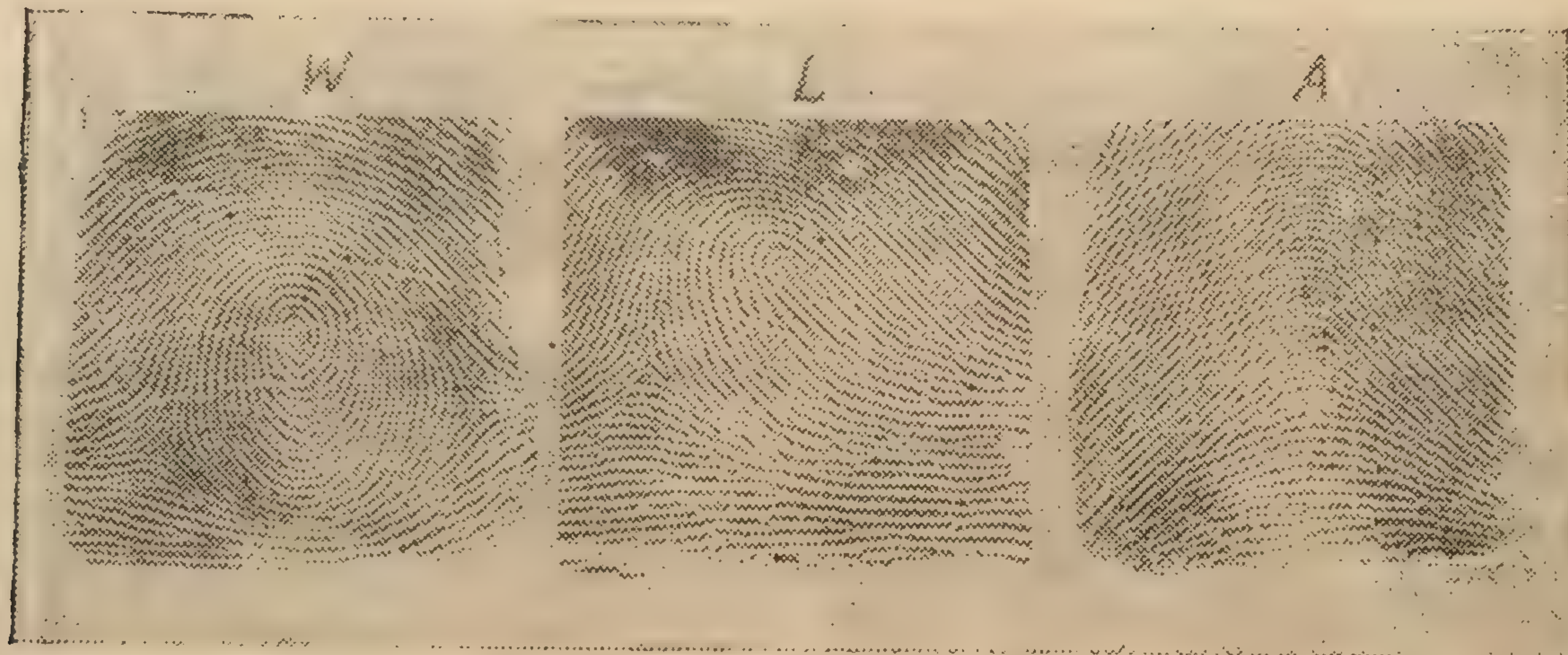


Рис. XIII.4. Три основных типа пальцевых узоров (вверху) и их «семейное дерево» (внизу) (по Cummins, Midlo, 1961)







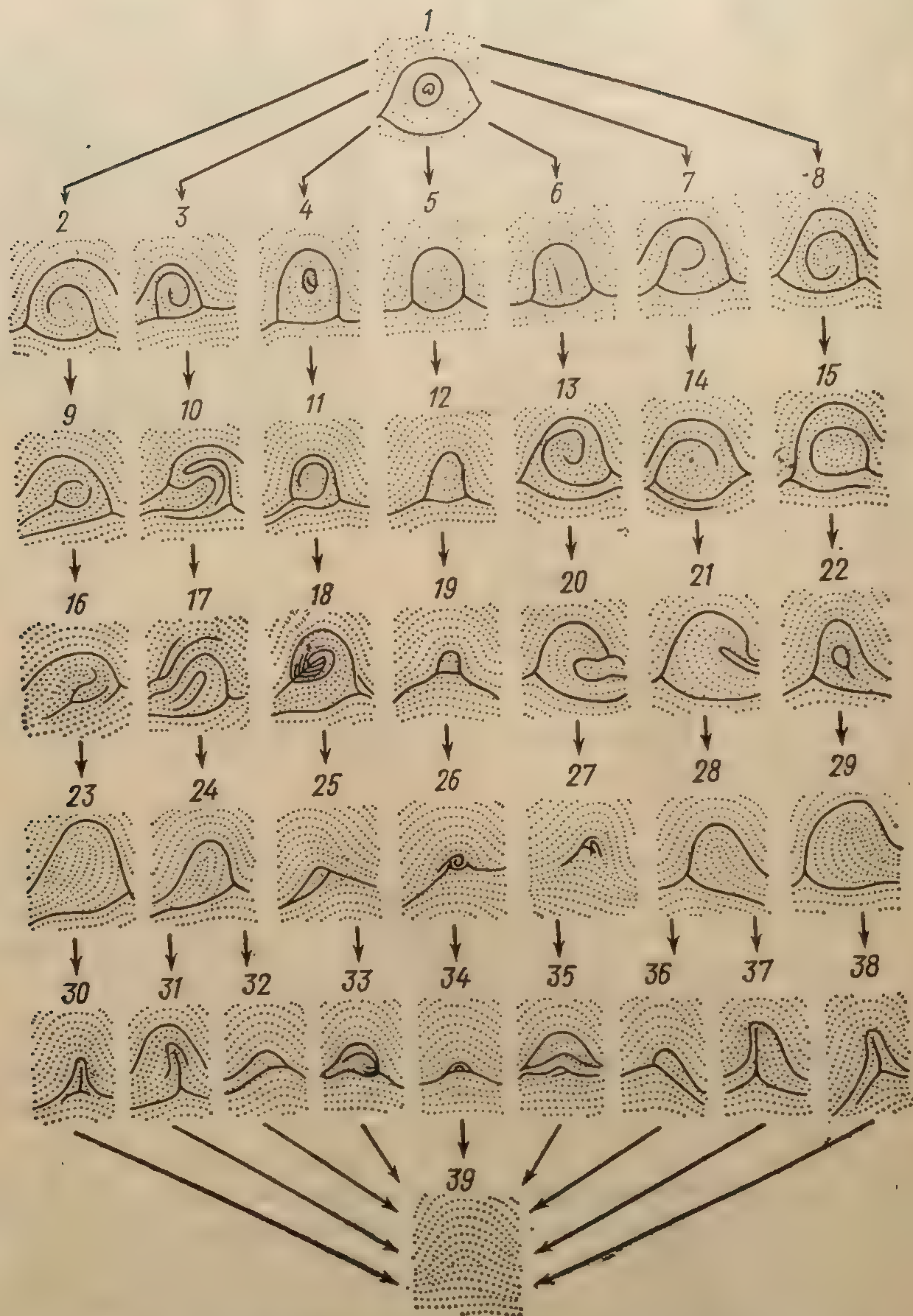


Рис. XIII.4. Три основных типа пальцевых узоров (вверху) и их «семейное дерево» (внизу) (по Cummins, Midlo, 1961)



зывают дактилоскопией. Этот термин чаще употребляется в криминалистике.

В исследовании пальцевых отпечатков часто используется количественная характеристика узора, т. е. число гребешков от дельты до центра узора.

Вариабельность пальцевых узоров настолько велика (особенно в мелких деталях, называемых минуциями), что они неповторимы у разных индивидов. Благодаря этому дактилоскопия применяется в криминалистике как метод опознания преступника.

Дуги и радиальные петли встречаются значительно реже, чем ульнарные петли и завитки, причем дуги наиболее часты на II и III пальцах, а радиальные петли на II.

Дуги и ульнарные петли, как правило, встречаются чаще на левых руках, чем на правых, и у женщин их частота выше, чем у мужчин. В частоте завитков и дельтовом индексе наблюдаются обратные соотношения.

Согласно мировым сводкам частота пальцевых узоров сильно варьирует у разных народов мира.

Несмотря на это, их распределение у населения земного шара идет все же с определенной закономерностью.

В целом у европеоидов частота дуг и петель выше, а частота завитков и величина дельтового индекса ниже, чем у монголоидов.

На средних и проксимальных фалангах пальцев встречаются четыре основных типа узоров: прямые, серповидные, волнообразные и дугообразные; их сочетания (дуга и угол, двойной угол и т. д.) составляют всего 12 узорных типов.

Малочисленность исследований не позволила найти билатеральные, половые и этнотерриториальные вариации этих типов.

**Ладонные линии.** На ладонях человека у основания II—V пальцев, как правило, имеются четыре пальцевых триадиуса (дельты); *a*, *b*, *c*, *d* (см. рис. XIII.2 Б). От каждого из них отходят два коротких радианта, охватывая основание соответствующего пальца, дистально ограниченного метакарпо-фаланговой сгибательной складкой. Третьи проксимальные радианты, иначе главные ладонные линии *ABCD*, идут к краям ладони, варьируя в своих окончаниях.

Для интерпретации направления и окончания главных ладонных линий ладонь условно делится на 14 полей, начиная от тенара (поле 1) и кончая I межпальцевым промежутком (поле 13).

Окончание главных ладонных линий записывается в порядке *DCBA* в виде формул, где цифрой обозначаются поля, к которым направляется та или иная линия. Каждая цифра отделяется точкой. Например, формула 10.7.6.3 $\bar{h}$  означает, что линия *D* соединяется с линией *B*, *C* идет в поле 7, *B* — в поле 6 (соединяется с линией *D*), *A* входит в гипотенарный узор.

Направление и окончание главных ладонных линий очень варьируют. Имеются десятки разнообразных формул их окончаний.

В описании окончания главных ладонных линий для краткости и удобства прибегают к различным суммарным характеристикам и индексам.

Широкое применение получил индекс главных ладонных линий, предложенный Г. Камминсом (1936). Этот индекс представляет собой сумму окончаний линий *A* и *D*, которые определяют основное направление папиллярных линий ладони.

Индекс Камминса и частота типов линий *A* и *D* определяют общий ход ладонных гребешков. Чем выше индекс Камминса и чем больше



частота типа 11 линии  $D$ , тем выше трансверзальность ладонных линий вообще.

На правых ладонях трансверзальность выше, чем на левых руках, и у мужчин выше, чем у женщин.

У европеоидов общая трансверзальность кожных гребешков на ладонях выше, чем у монголоидов и особенно негроидов.

**Добавочные и осевые трирадиусы.** Кроме постоянных пальцевых трирадиусов, на ладонях иногда встречаются добавочные межпальцевые, или нижние, и осевые трирадиусы. Добавочные трирадиусы расположены проксимально от пальцевых трирадиусов  $a$  и  $d$ , реже  $b$  и  $c$ . Один их радиант идет в соответствующий межпальцевый промежуток, а два других — в радиальном и ульнарном направлениях. Радианты добавочных трирадиусов отмечаются в формуле двойной записью.

Осевые трирадиусы расположены вдоль оси, проходящей через IV луч, между тенаром и гипотенаром (см. рис. XIII.2 Б). Осевой трирадиус, имеющийся близ запястья, где сходятся три потока кожных гребешков — тенарный, гипотенарный и карпальный, или «браслетный», — называется карпальным и обозначается символом  $t$ . В центре ладони находится центральный осевой трирадиус  $t''$ , между  $t$  и  $t''$  — промежуточный  $t'$ .

Наиболее часто (50—85% случаев) встречается карпальный осевой трирадиус, реже промежуточный и центральный. В редких случаях присутствуют одновременно два ( $tt'$ ,  $tt''$ ,  $t't''$ ) и три трирадиуса ( $tt't''$ ). В формулах они точками не отделяются (см. рис. XIII.2 Б).

Карпальный и промежуточный осевые трирадиусы чаще встречаются на левых руках, центральный осевой трирадиус и сочетание двух трирадиусов, — как правило, на правых руках.

У европеоидов карпальный осевой трирадиус встречается реже, а сочетание двух и трех трирадиусов чаще, чем у монголоидов.

**Ладонные узоры.** Кожные (папиллярные) узоры ладоней располагаются на пяти ладонных подушечках (см. рис. XIII.2 А) и записываются в виде формул ладонных узоров в порядке: гипотенар, тенар / I, II, III и IV межпальцевые подушечки.

Узор на гипотенаре и III подушечке чаще встречается на правых руках, а на тенаре / I и IV подушечке — чаще на левых. Частота узора на гипотенаре и IV подушечке выше у женщин, на III подушечке и тенаре / I — у мужчин.

У разных народов мира частота узора на гипотенаре, тенаре / I, II, III и IV межпальцевых подушечках варьирует соответственно в следующих границах: 3,7—52,8%; 0,8—50,0; 0,0—16,5; 7,0—55,0 и 23,3—91,3% (Гладкова, 1966). У европеоидов гипотенарный узор встречается чаще, чем у монголоидов. Американские индейцы характеризуются низкой частотой узора на гипотенаре (3,7—20,5%) и очень высокой на тенаре / I (29,0—50,0%). У всех народов мира узор на II межпальцевой подушечке редок.

Папиллярные узоры на пальцах ног такие же, как и на пальцах рук: дуги, петли и завитки. Петли на пальцах ног имеют тиббиальное и фибулярное направления. Тиббиальные петли наиболее часты на I пальце ног (радиальные петли — на II пальце рук). Формула для фибулярных петель ног имеет вид  $I > IV > II > V > III$ . На пальцах ног интенсивность узоров ниже, чем на руках, так как частота дуг выше, а завитков ниже, чем на пальцах кистей.

**Подошвенные узоры.** На подошвах, за небольшим исключением, подушечки, поля и трирадиусы по расположению и количеству аналогичны ладонным (рис. XIII.5). В отличие от ладоней на подошвах вы-



деляют поле 14 у основания большого пальца и поле 16 проксимально от тенара / I межпальцевой (халлюкальной) подушечки. Помимо четырех пальцевых трирадиусов *a*, *b*, *c*, и *d* на подошвах присутствует еще пятый трирадиус *e* у основания большого пальца. Кроме того, очень часто встречаются четыре нижних, или межпальцевых, трирадиуса (*Pp*), расположенных ниже тенара / I, II, III и IV межпальцевых подушечек.

В отличие от ладоней, на подошвах узор отмечается на семи подушечках: на подушечке большого пальца или тенаре / I дистальном ( $Th^d$ ); на II, III и IV межпальцевых подушечках; гипотенаре дистальном и проксимальном ( $H^d/H^p$ ); пяточной, или калькарной, области (*cal*); тенаре проксимальном ( $Th^p$ ).

В целом интенсивность узоров на подошвах человека выше, чем на ладонях; у обезьян наблюдаются обратные соотношения.

## ВОЛОСЫ

Человек не имеет сплошного волосяного покрова, хотя волосяные зачатки рассеяны у него по

всей коже кроме ладонных и подошвенных поверхностей, красной каймы губ и некоторых других небольших участков тела.

**Строение волоса.** Волос состоит из двух частей: свободно выступающего над кожей стержня и корня волоса, погруженного в толщу кожи. Конечное утолщение корня образует волосяную луковицу, полую с нижней стороны; сюда вдаются из соединительной ткани волосяной сосочек, содержащий кровеносные сосуды, питающие волос (рис. XIII.6 А). Корневая часть волоса помещается в волосяном мешочке (сумке), к которому прикрепляется небольшая гладкая мышца. Последняя при сокращении выпрямляет волос и обуславливает пило-моторную реакцию — появление так называемой «гусиной кожи». В волосяной мешочек открываются протоки сальных желез.

Волос состоит из трех слоев: сердцевины, коркового вещества и покрывающей его кутикулы. Сердцевина (мозговое вещество — медулла) образована кубической формы мелкими клетками, иногда сплюснутыми, содержащими небольшое количество пигмента. Между клетками встречаются пузырьки воздуха. Корковое вещество, главная часть

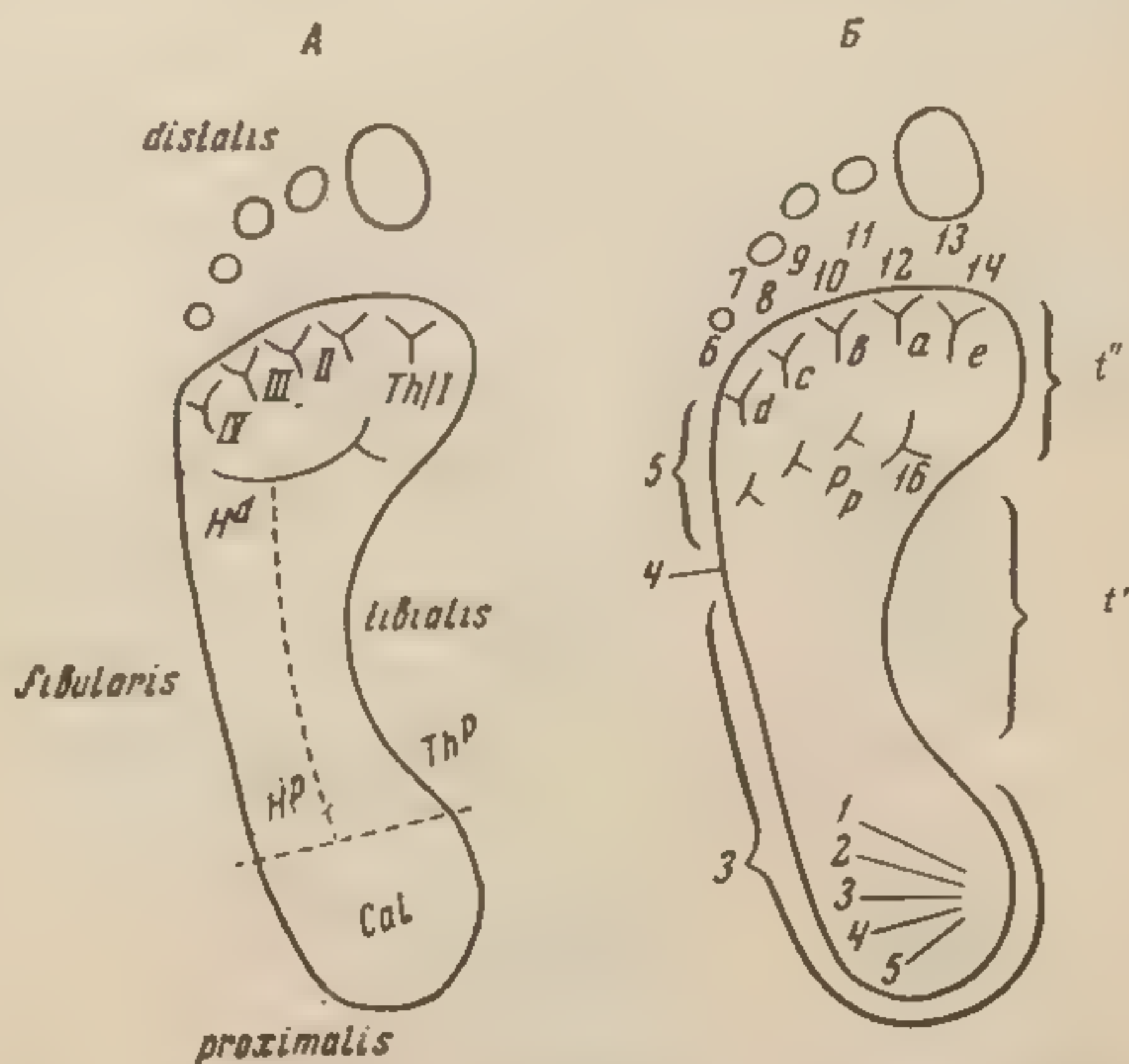


Рис. XIII.5. Схема подошвенных подушечек, полей, трирадиусов и линий (модификация по Cummins, Midlo, 1961).

На А: II, III, IV — межпальцевые подушечки;  $Th/I$  ( $Th^d$ ) — халлюкальная подушечка, или тенар дистальный;  $Th^p$  — тенар проксимальный; *Cal* — пяточная, или калькарная область;  $H^d$  и  $H^p$  — дистальный и проксимальный участки гипотенара.

На Б: 1—16 — краевые подошвенные поля; *a*—*e* — пальцевые трирадиусы; *Pp* — нижние трирадиусы; 1—5 — обозначения направлений папиллярных линий в пяточной области



трирадиусов *a*, *b*, *c*, и *d* на подошвах присутствует еще  
 е у основания большого пальца. Кроме того, очень  
 четыре нижних, или межпальцевых, трирадиуса  
 нных ниже тенара / I, II, III и IV межпальцевых по-

ла-  
 вах  
 на  
 на  
 ого  
 ре/I  
 $h^d$ );  
 меж-  
 пещ-  
 ди-  
 кси-  
 $H^p$ );  
 аль-  
 асти  
 рок-  
 ).  
 итен-  
 в на  
 века  
 надо-  
 наб-  
 тные

име-  
 воло-  
 хотя  
 чатки  
 го по

не ладонных и подошвенных поверхностей, красной кай-  
 орых других небольших участков тела.

волоса. Волос состоит из двух частей: свободно высту-  
 кожей стержня и корня волоса, погруженного в толщу  
 образует волосяную луковицу, полую

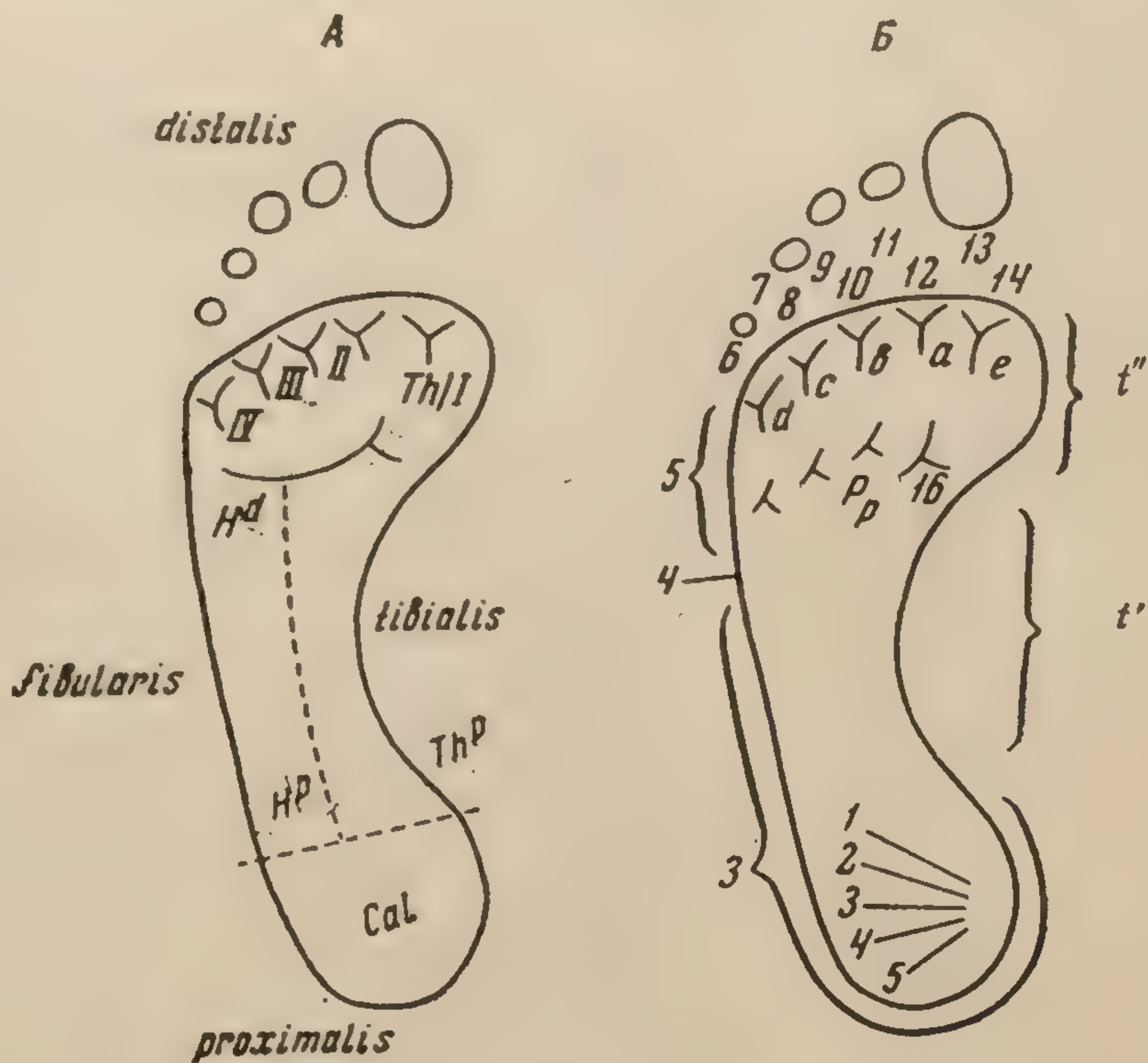


Рис. XIII.5. Схема подошвенных подушечек, полей, трирадиусов и линий (модификация по Cummins, Midlo, 1961).

На А: II, III, IV — межпальцевые подушечки; *Th/I* ( $Th^d$ ) — халлюкальная подушечка, или тенар дистальный;  $Th^p$  — тенар проксимальный; *Cal* — пяточная, или калькарная область;  $H^d$  и  $H^p$  — дистальный и проксимальный участки гипотенара.

На Б: 1—16 — краевые подошвенные поля; *a—e* — пальцевые трирадиусы; *Pr* — нижние трирадиусы; 1—5 — обозначения направлений папиллярных линий в пяточной области



волоса, содержит удлиненные клетки с ядрами; в клетках находятся мелкие зернышки пигмента, обуславливающего цвет волоса. Пространство между клетками наполнено воздухом. Кутикула состоит из плоских безъядерных чешуек, налегающих друг на друга в виде черепицы. На поверхности волоса свободные края чешуек образуют тонкие зигзагообразные линии, соединяющиеся между собой сетеобразно и идущие спирально вокруг волоса.

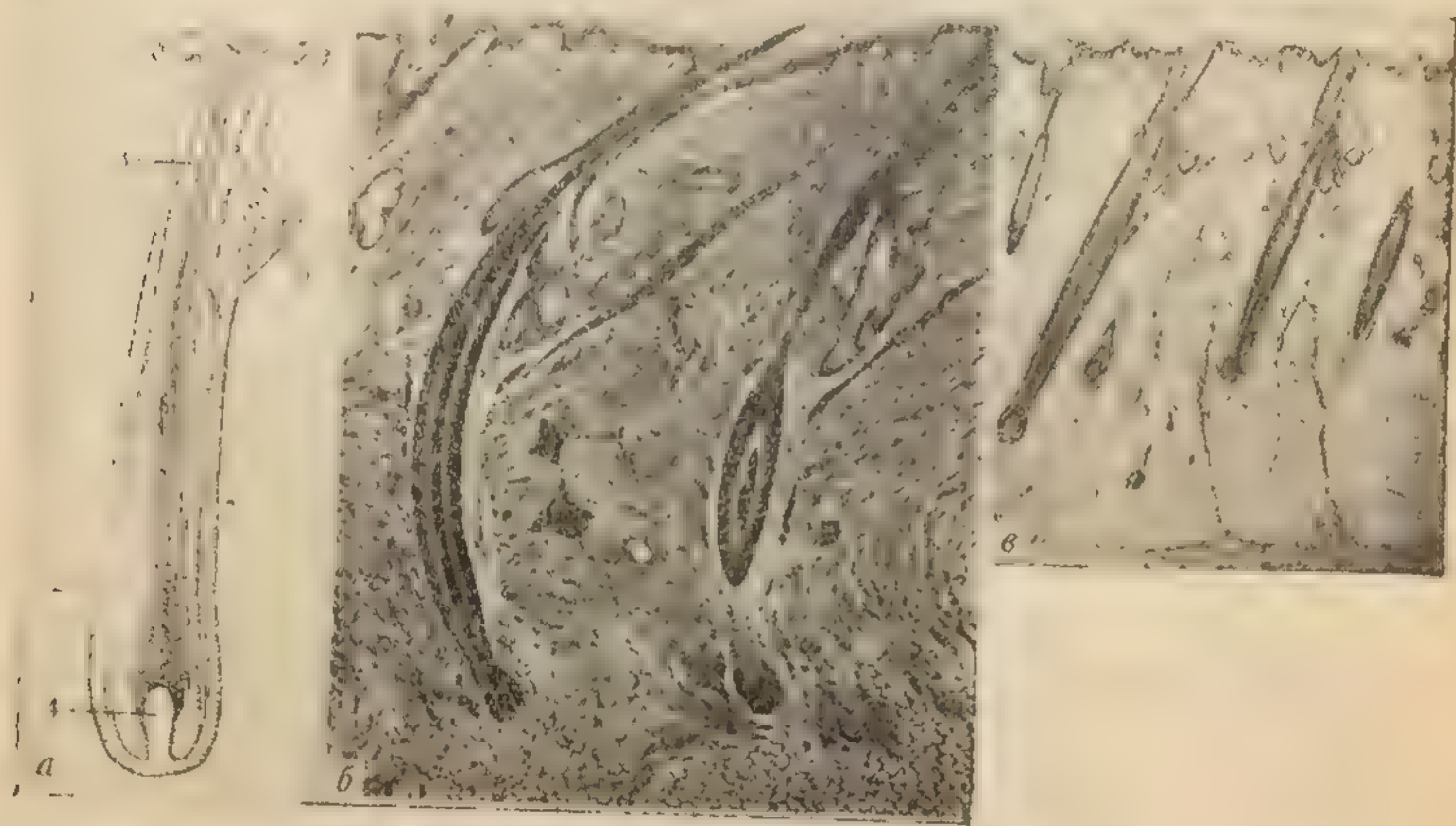


Рис. XIII.6. Продольный разрез волос головы:  
а — строение волоса: 1 — кутикула; 2 — корковое вещество; 3 — мозговое вещество; 4 — волосяной сосочек; 5 — сальная железа; б — разрез кожи головы с курчавыми волосами; в — разрез кожи головы с прямыми волосами

Сердцевина в волосах человека встречается непостоянно. В тонких и пушковых волосах она, как правило, отсутствует. По длине волоса ее толщина неравномерна: местами образуются расширения или сужения, в некоторых волосах сердцевина многократно прерывается. Известны единичные случаи наличия в волосах человека двойной, тройной и даже учетверенной медуллы. Средний диаметр стержня волоса при учетверенной сердцевине равен примерно 176,00 мкм, при единичной — 127,84 мкм. Морфологические особенности сердцевинны не определяются возрастом индивида, но в какой-то мере связаны с диаметром стержня волоса: сплошная сердцевина несколько чаще встречается в волосах большого диаметра. Кутикула с диаметром связана негативно: в волосах большого диаметра она тоньше.

**Смена волосяного покрова.** У человека различают три категории волосяного покрова.

Первичный, или зародышевый, волосяной покров (лануго) появляется на 4-м мес внутриутробной жизни, хотя первые закладки волос возникают уже у 2-месячного эмбриона. Волосы лануго — пушкового типа, слабо пигментированы, густо покрывают все тело плода, за исключением ладоней, подошв, грудных сосков. Они мягкие, тонкие (их диаметр не превышает 0,03 мм) и не имеют сердцевинны (иногда она бывает, но очень слабо развита). На различных участках тела волосы лануго имеют определенное направление.



Детский, или вторичный, волосяной покров приходит на смену лануго перед рождением, иногда в течение первых месяцев после рождения. Этот покров представлен на всем теле мелкими светлыми волосями диаметром 0,03—0,05 мм, имеющими сердцевину. Волосы этого покрова на голове, бровях и ресницах значительно утолщаются и увеличиваются в длину уже в раннем возрасте.

Третичный, или терминальный, волосяной покров образуется к началу полового созревания. У представителей обоего пола появляются густые волосы на лобке и в подмышечных впадинах, а у мужчин, кроме того, на животе, груди, конечностях и на лице (усы, борода). Волосы этого покрова имеют диаметр до 0,07—0,14 мм. Для терминального волосяного покрова характерны значительные индивидуальные, половые и территориальные вариации. Как правило, волосяной покров мужчин развит в большей степени, у них более крупный диаметр волос. Между лобком и пупком у мужчин имеется характерный треугольник волос.

**Закладка и рост волос.** Первые закладки волос возникают у 2—3-месячных плодов на лбу, бровях и верхней губе. Позднее они образуются на остальных местах головы, на спине, груди, животе и конечностях. Сами волосы появляются в конце 5-го мес внутриутробной жизни на лбу и бровях, и затем в том же порядке, что и закладки, на остальных участках тела. Таким образом, в начале 7-го мес все тело плода оказывается покрытым волосами.

Закладки волос появляются в эмбриональном периоде, редко они встречаются в первые месяцы после рождения.

Вторичный и третичный волосяной покров развивается из первичной закладки, остающейся на месте; на старом основании закладки образуется новый стержень. При замене волосяного покрова несменяющаяся соединительнотканная часть волосяного мешочка увеличивается лишь в размерах, так что с возрастом количество закладок на единицу поверхности уменьшается. В коже волосы располагаются обычно группами по 2—5 в каждой или одиночно.

У женщин при меньшей обволошенности количество закладок больше, чем у мужчин; предполагают, что у них большая часть волос находится в коже в латентном состоянии.

У взрослого человека число волосяных закладок на 1 см<sup>2</sup> кожи колеблется по участкам тела. Так, наименьшее количество закладок волос находится на тыльной поверхности кисти и стопы (около 10 закладок), затем идут остальные части конечностей (15—20), спина и грудь (30—50), голова (150—300). Наибольшее количество закладок (600—800) находится на лбу и бровях.

Смена волос происходит благодаря изменению деятельности одних и тех же волосяных фолликулов. Редукция волосяного сосочка, ороговение луковицы и спадение волосяного мешочка ведут к высыханию и выпадению волоса. После некоторого латентного периода в том же волосяном мешочке происходит развитие нового волоса, которое начинается с регенерации сосочка и образования новой луковицы. Ежедневно на голове выпадает 13—70, а иногда и свыше 100—150 волос.

Длительность жизни волоса неодинакова у представителей разных этнических групп, у отдельных индивидов и даже на разных участках тела одного и того же человека. Рост волос связан с питанием, здоровьем и эндокринными факторами.

**Аномалии волосяного покрова.** Различают несколько типов нарушений развития волосяного покрова. К их числу прежде всего относятся чрезмерная волосатость — гипертрихоз. Он может быть обуслов-



лен сохранением и разрастанием зародышевого пушка (лануго) или усиленным развитием вторичного и третичного волосяного покрова. Гипертрихоз может быть частичным (локальным) и полным (универсальным). В последнем случае чрезмерное развитие волос наблюдается на всей поверхности тела; обычно это сопровождается недоразвитием зубной системы.

К аномалии волосяного покрова относят его полное или частичное недоразвитие — гипотрихоз.

Отклонения от нормального развития волосяного покрова, свойственного данному полу, называют гетеротрихозом. Примером может быть рост бороды и усов на лице и обволошенность груди у женщин, а у мужчин — отсутствие волос в нижней части живота.

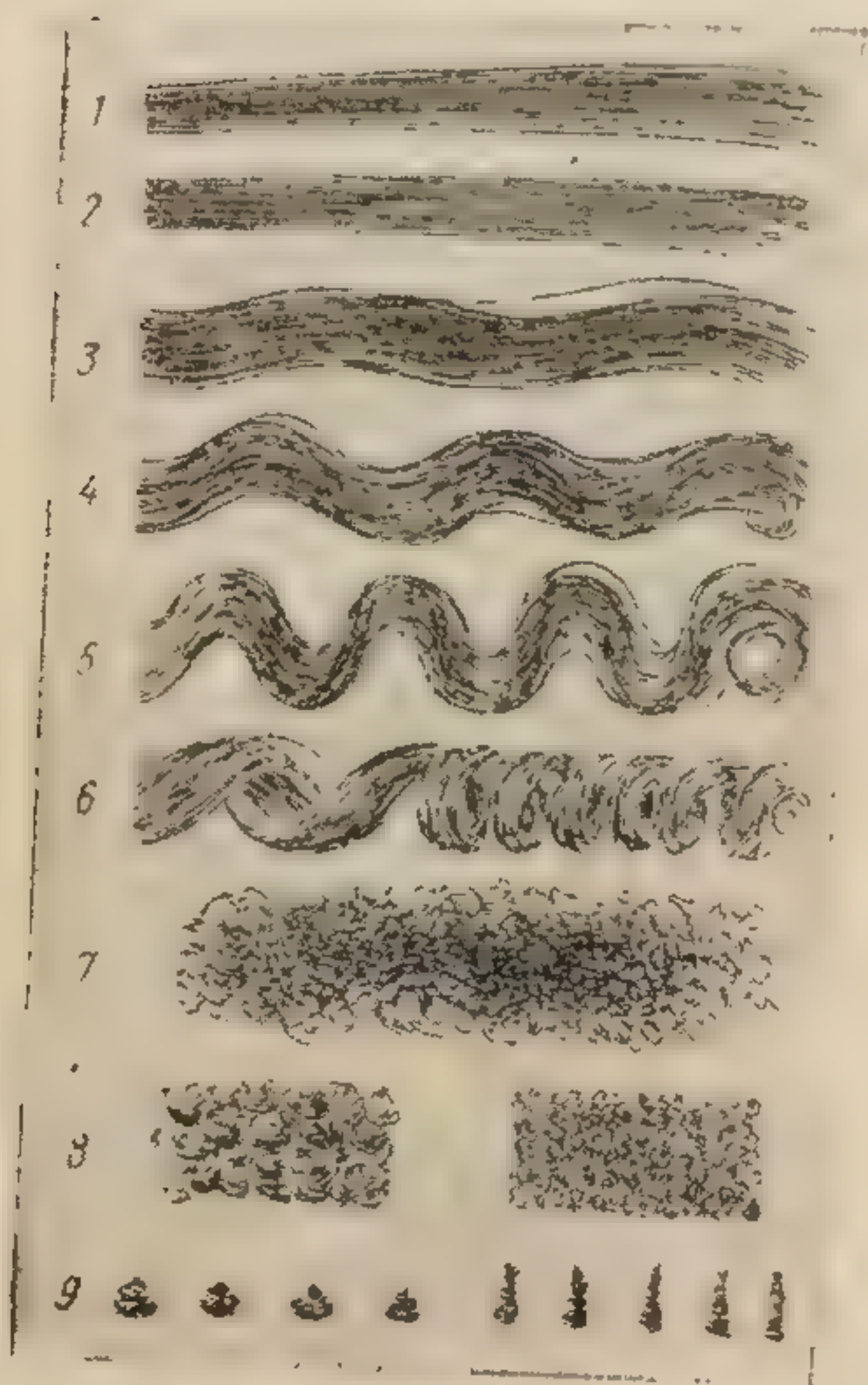


Рис. XIII.7. Форма волос головы:  
прямые (1—3); волнистые (4—6), курчавые (7—9)

**Форма волос головы.** Различают три основных типа формы волос, каждый из которых подразделяется на ряд подтипов (рис. XIII.7): 1) лизотрихический, или гладковолосый, представлен тремя подтипами: тупые, гладкие, плосковолнистые волосы; 2) киматотрихический, или волнистоволосый, подтипы: широковолнистые, узковолнистые, локоновые; 3) улотрихический, или курчавоволосый, подтипы: завивающиеся, слабокурчавые, сильнокурчавые, слабоспиральные и сильноспиральные («пучкообразные») волосы.

Форма стержня волоса обусловлена формой его корня в толще кожи (см. рис. XIII.6 б, в). У волнистых волос и особенно у курчавых корень изогнут, в то время как у прямых волос он не имеет изгиба. Таким образом, надкожная часть волоса (стержень) как бы повторяет изгиб его подкожной части. С формой волос головы связана форма поперечного сечения их стержня.

Форма сечения волоса определяется его индексом. Под микроскопом измеряют диаметр волоса в микронах, а затем для каждого вычисляют индекс (указатель) по формуле:

$$\frac{\text{наименьший диаметр сечения}}{\text{наибольший диаметр сечения}} \cdot 100.$$

При очень большой индивидуальной изменчивости в среднем поперечное сечение волос монголоидов более округлое (наивысший индекс, около 80 и выше), негроидов — эллипсоидное (низкий индекс, 60 и ниже); европеоиды занимают промежуточное положение.

Помимо формы волос важно учитывать их жесткость, определяемую размерами стержня. По этому признаку волосы делятся на прямые жесткие, прямые мягкие, широковолнистые жесткие, широковолнистые мягкие и т. д.

**Облысение** — поредение волос головы, обусловленное редукцией волосяных сосочков. Различают три степени облысения: 1 — заметное на глаз поредение волос на одном участке кожи головы по сравнению



ственного данному полу, называют гетеротрихией. У женщин — наличие роста бороды и усов на лице и обволошение тела, а у мужчин — отсутствие волос в нижней части тела.

## Форма в

три основных  
дый из которых  
подтипов (при  
ческий, или п  
лен тремя по  
плосковолнист  
трихический,  
подтипы: ши  
нистые, локоно  
или курчавово  
вающиеся, сла  
чавые, слабосп  
ральные («пуч

Форма стержня по форме его основания (см. рис. XIII.6) и особенно вогнута, в то время, когда он не имеет изгибов. Надкожная часть стержня, как бы повторяет форму его части. С формой основания форма поперечного сечения стержня.

Форма сечен  
ся его индексом.  
меряют диаметр  
затем для кажд  
(указатель) по  
наименьший диам

наибольший диам

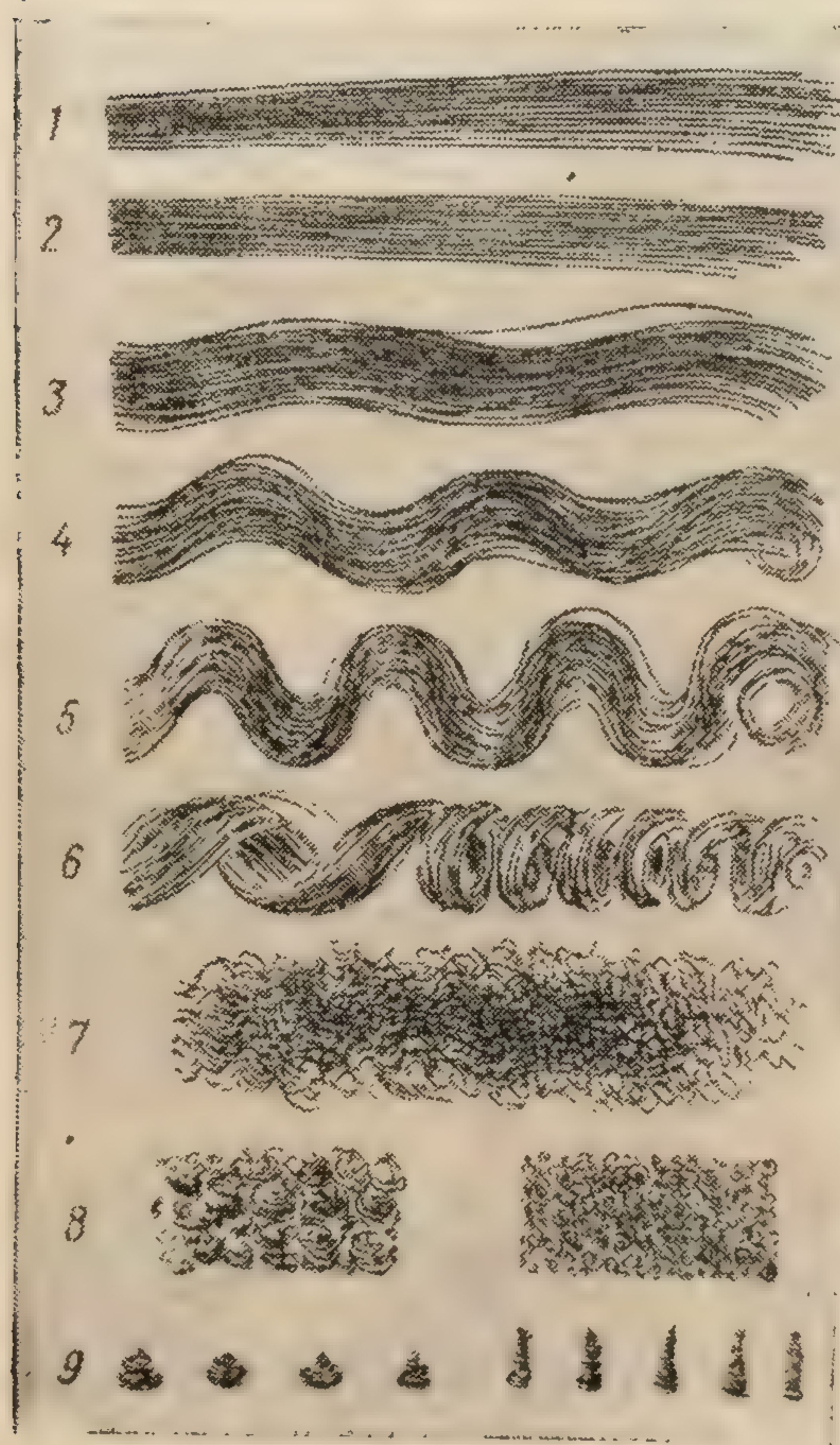


Рис. XIII.7. Форма волос головы:  
прямые (1—3); волнистые (4—6), курчавые (7—9)

При очень большой индивидуальной изменчивости поперечное сечение волос монголоидов более округлено (среднее значение 80 микрон, максимум до 100 микрон, минимум до 60 микрон), негроидов — эллипсоидальное (среднее значение 60 микрон, максимум до 80 микрон, минимум до 40 микрон).



с другими; 2 — сохранение редких единичных волос в этих местах; 3 — полное оголение данного участка.

### Третичный волосяной покров

**Борода.** Различают пять типов развития бороды, определяемых по 5-балльной системе: 1 — очень слабое, 2 — слабое, 3 — среднее, 4 — сильное, 5 — очень сильное (рис. XIII.8); в последнем случае волосы обильно и равномерно покрывают подбородок и щеки на большом протяжении.



Рис. XIII.8. Развитие бороды:

1 — очень слабое; 2 — слабое; 3 — среднее; 4 — сильное; 5 — очень сильное

В этнической антропологии степени развития бороды придается большое значение, так как она обнаруживает заметную географическую изменчивость. Так, у представителей азиатско-американской большой расы (монголоидов) борода развита слабо и особенно у некоторых групп северной расы. Очень обильный рост бороды характерен для европеоидов на Балканском полуострове, в Западном Иране, на Кавказе, средний — у групп на Северо-Востоке Европы; у остальных групп — средний или обильный.

У австрало-негроидов (экваториальная раса) развитие бороды варьирует от слабого до очень сильного. Слабый рост бороды характерен для представителей веддоидной (цейлоно-зондской), негрской и бушменской рас. У групп негрильской расы борода развита средне, у австралийцев и меланезийцев — сильно. Наиболее сильный рост бороды (средний балл свыше 4,0) отмечается у айнов (курильская раса) и у австралийцев.

На территории СССР степень развития бороды увеличивается с запада на восток с центром максимального роста на Кавказе.

**Волосы на теле.** Развитие третичного волосяного покрова на груди, животе и конечностях, как и развитие бороды, определяется по 5-балльной схеме. Для него отмечены в основном те же закономерности в географическом распространении.

**Брови.** Различают три типа развития бровей: 1 — редкие, 2 — средние, 3 — густые. Для последнего типа кроме густоты и большой длины волос характерно наличие отдельных волос в области надпереносья, в редких случаях — смыкание бровей.

### НОГТИ

**Ноготь** — защитное образование, покрывающее тыльную сторону концевых фаланг пальцев. Это плоская роговая пластинка эпидермального происхождения.

Ногтевая пластинка помещается в углублении кожи — ногтевом ложе, с которым она вся тесно соединена, за исключением свободного



## Третичный волосяной покров

Борода. Различают пять типов развития бороды, определяемых по 5-балльной системе: 1 — очень слабое, 2 — слабое, 3 — среднее, 4 — сильное, 5 — очень сильное (рис. XIII.8); в последнем случае волосы обильно и равномерно покрывают подбородок и щеки на большом протяжении.



Рис. XIII.8. Развитие бороды:  
1 — очень слабое; 2 — слабое; 3 — среднее; 4 — сильное; 5 — очень сильное

В этнической антропологии степени развития бороды придается большое значение, так как она обнаруживает заметную географическую изменчивость. Так, у представителей азиатско-американской большой расы (монголоидов) борода развита слабо и особенно у некоторых групп северной расы. Очень обильный рост бороды характерен для европеоидов на Балканском полуострове, в Западной Иране, на Кавказе, средний — у групп на Северо-Востоке Европы; у остальных (большая раса) развитие бороды



переднего края. Задний ее край — корень ногтя — лежит в ногтевом желобке и покрыт ногтевым валиком кожи (рис. XIII.9). Узкий участок кожи под свободной частью ногтя носит название «ногтевой каймы». Здесь потовые железы и кожные гребешки отсутствуют. Ногтевая кайма у человека своим дорсальным краем отклонена кзади, у человекообразных обезьян она уклоняется кпереди.

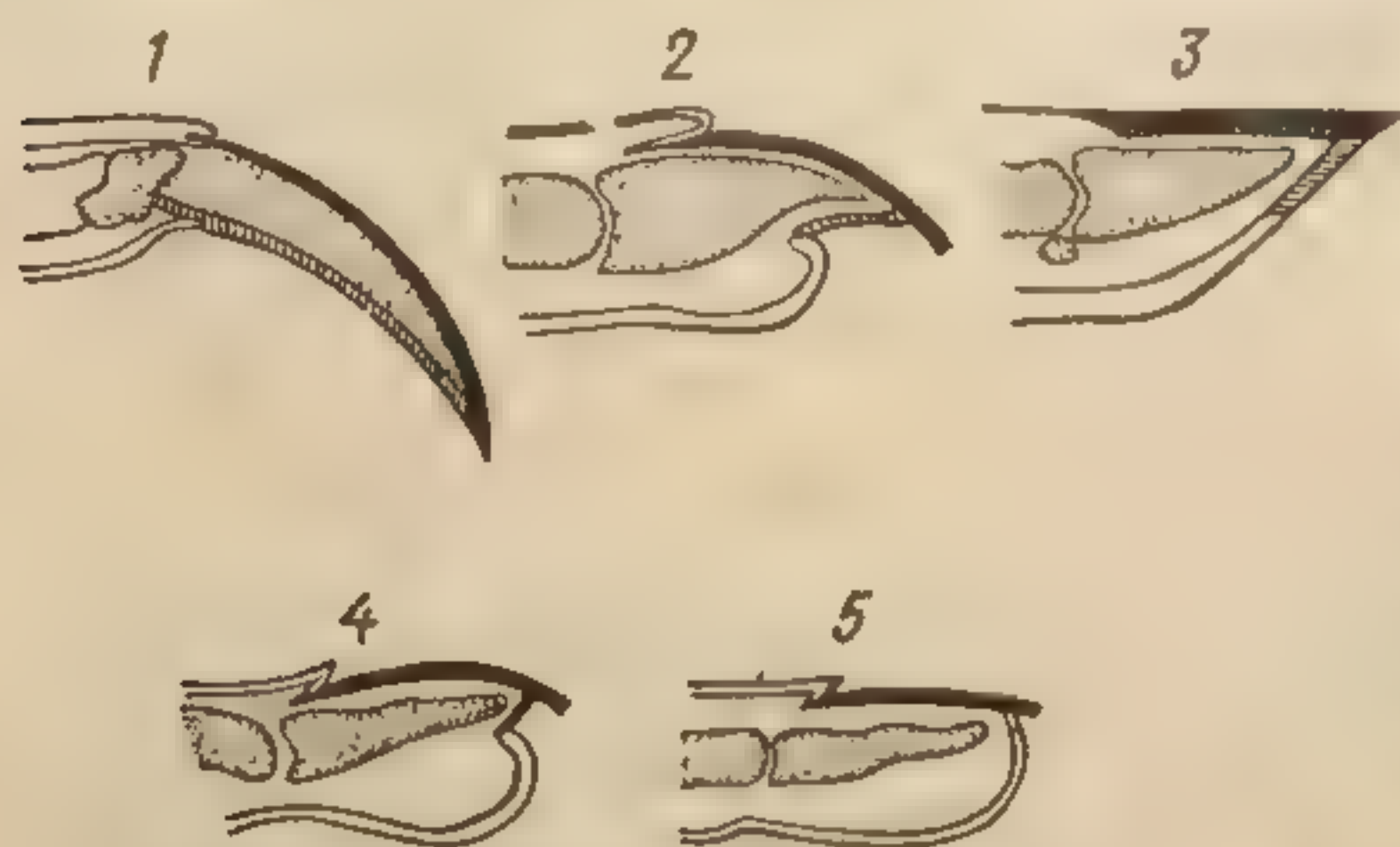


Рис. XIII.9. Поперечный разрез через конец пальца:  
1 — ехидны; 2 — типичного копытного; 3 — лошади; 4 — обезьяны; 5 — человека

Ногти начинают образовываться на 5-м мес внутриутробной жизни. К моменту рождения они уже несколько выдаются над концами фаланг. Рост ногтя происходит от ногтевой бороздки у основания корня ногтя. У человека в среднем в месяц ноготь вырастает на 5 мм. Ногти растут непрерывно, и если их не срезать, то они утрачивают форму, утолщаются и достигают большой длины.

Ближайшая часть к корню ногтя отличается мягкостью и

беловатым цветом, что более всего выражено на больших пальцах, где эта часть выступает из-под края ногтевого валика в виде полулуния. В основном различают три формы ногтей: треугольную, квадратную и овальную. Последняя может быть в виде вертикального и горизонтального овала.

## ПИГМЕНТАЦИЯ

Цвет покровных тканей, а также радужины глаз определяются пигментом меланином. Все разнообразие в цвете зависит от количества и расположения меланина. Отсутствие меланина вызывает патологическое явление — альбинизм. У альбиносов меланин совсем не образуется или образуется в очень малых количествах, поэтому кожа и волосы их совсем светлые, а радужина глаз красная, так как пигмент не маскирует кровеносных сосудов сетчатки. Альбинизм может быть полным и частичным, т. е. выраженным на отдельных участках тела. Альбинизм встречается у представителей разных рас, как среди светлокожих, так и среди темнокожих групп.

**Цвет кожи.** Окраска кожи зависит от количества меланина, расположенного в ростковом (мальпигиевом) слое эпидермиса, от шероховатости и влажности кожи, а также от наличия крови в мельчайших сосудах дермы.

Пигментация кожи на различных частях тела неодинакова. Наиболее слабо пигментированы ладони и подошвы, что особенно заметно при темной окраске кожи. На груди и животе кожа окрашена слабее, чем на спине; сгибаемые поверхности конечностей менее пигментированы, чем разгибаемые. Наиболее интенсивная окраска отмечается в области грудных сосков и промежности.

У светлокожих народов слизистая оболочка губ не пигментирована, и губы имеют красноватую окраску благодаря просвечиванию капилляров; у темнокожих групп губы имеют синеватую окраску, что обусловлено наличием в их слизистой оболочке пигмента.

Цвет кожи варьирует у разных групп земного шара и является



Очень темным цветом кожи обладают народы, населяющие пустыни и саванны, например аборигены Австралии. Но даже у народов тропических областей имеются различия в цвете кожи: у племен джунглей кожа более светлая, чем у народов открытых пространств. Цвет кожи у арктических народов более смуглый по сравнению с людьми умеренного пояса, так как в зимнее время интенсивность ультрафиолетового излучения здесь велика.

Цвет кожи у арктических народов открытых пространств с людьми умеренного пояса, так как в зимнее время интенсивность ультрафиолетового излучения здесь велика.

По шкале Лушана № 36 — густой черный цвет, который практически не встречается в окраске кожи и приводится лишь для ориентировки.

Для народов экваториальной большой расы характерен темный цвет кожи, лишь у бушменской расы он желтовато-бурый. У представителей евразийской расы цвет кожи варьирует от очень светлого до смуглого. У народов азиатско-американской расы кожа светлая или смуглая (часто желтоватая).

С возрастом цвет волос меняется. У женщин цвет волос несколько темнее, чем у мужчин. Волосыной покров тела всегда имеет более красноватый оттенок, чем волосы головы.

Чаше всего в полевых работах советских антропологов принято оценивать цвет волос по 5-балльной системе: 0 — белокурые (№ 16—24), 1 — светло-русые (№ 13—15, 25), 2 — русые (№ 9—12, 26), 3 — темно-русые (№ 6—8), 4 — черные (№ 4, 5, 27).

темно-русые (№ 6—8), 4 — черные (№ 9—12).



У большинства населения земного шара волосы темные, лишь для населения Северо-Западной Европы характерен очень высокий процент светлых и рыжих волос.

**Цвет глаз.** Хотя цвет глаз (радужки) не относится к покровам, он всегда рассматривается в разделе пигментации кожи и волос.

Цвет радужки зависит от наличия гранул пигмента (меланина) и от характера отражения света. Различное содержание пигмента определяет весь диапазон цвета глаз — от черных, карих до зеленых, серых и голубых. Меланин содержится в пигментном (пятом) и в заднем пограничном (четвертом) слоях радужки.

Для определения цвета глаз, так же как и цвета кожи и волос, пользуются различными шкалами. Чаще всего используется шкала В. В. Бунака (1927), в которой различают три типа окраски радужины: темный, смешанный и светлый.

I тип — темный: № 1 — черный (очень редкий цвет, зрачок по цвету почти не отличается от радужки), № 2 — темно-карий (ровная окраска радужки без полосок), № 3 — светло-карий (радужка окрашена неравномерно, в некоторых местах имеются радиальные и концентрические полоски), № 4 — желтый (радужка окрашена равномерно, но светлее, чем № 2, цвет редкий).

II тип — переходный (смешанный): № 5 — буро-желто-зеленый, № 6 — зеленый, № 7 — серо-зеленый (преобладает зеленый фон), № 8 — серый или голубой с желтым венчиком вокруг зрачка.

III тип — светлый: № 9 — серый (равномерная окраска радужки), № 10 — серо-голубой (выражен рисунок в виде темных или светлых полосок, по краям синеватый тон), № 11 — голубой (полоски выражены еще сильнее, основной фон голубой), № 12 — синий (редкий цвет, окраска равномерная, рисунок нерезкий).

Иногда применяется балльная система: 0 — светлые глаза, 1 — смешанные, 2 — темные (или 1 — темные, 2 — смешанные, 3 — светлые).

В некоторых популяциях цвет глаз у женщин несколько темнее, чем у мужчин. Более заметны возрастные изменения, а именно у светлоглазых индивидов радужка с возрастом темнеет, а у темноглазых становится светлее. Процент темных глаз в старческом возрасте уменьшается.

Географическое распределение цвета глаз в основном совпадает с распределением цвета волос. Но в то же время даже в тех популяциях, где темные волосы (№ 27, 4, 5) отмечаются в 100% случаев, процент смешанной окраски глаз (№ 5—8) довольно велик.

Во всех популяциях экваториальной расы цвет волос и глаз темный. Среди европеоидов у представителей атлантико-балтийской расы светлые глаза встречаются в 70—80%, а у индо-средиземноморской и балкано-кавказской — в 0—20% случаев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги изложения, приведшего нас от целостного представления об организме к его восприятию по отдельным системам и органам, необходимо обратить внимание на условность этого деления. Хотя при аналитическом подходе организм подразделяется на системы (аппараты) органов, отдельные органы, ткани, клетки, субклеточные образования, однако в естественных условиях вне организма они не функционируют и их значение при раздельном изучении не может быть правильно понято.



Помня слова В. И. Ленина о том, что «общее существует лишь в отдельном, через отдельное»<sup>1</sup>, морфолог должен точно определить структурно-функциональные особенности каждого компонента тела и установить существующие внутриуровневые и межуровневые связи. Признаки более близких друг к другу уровней находятся в более тесной связи. Это объясняется единством факторов роста и формирования, наследственности и влияний окружающей среды на весь организм и его части.

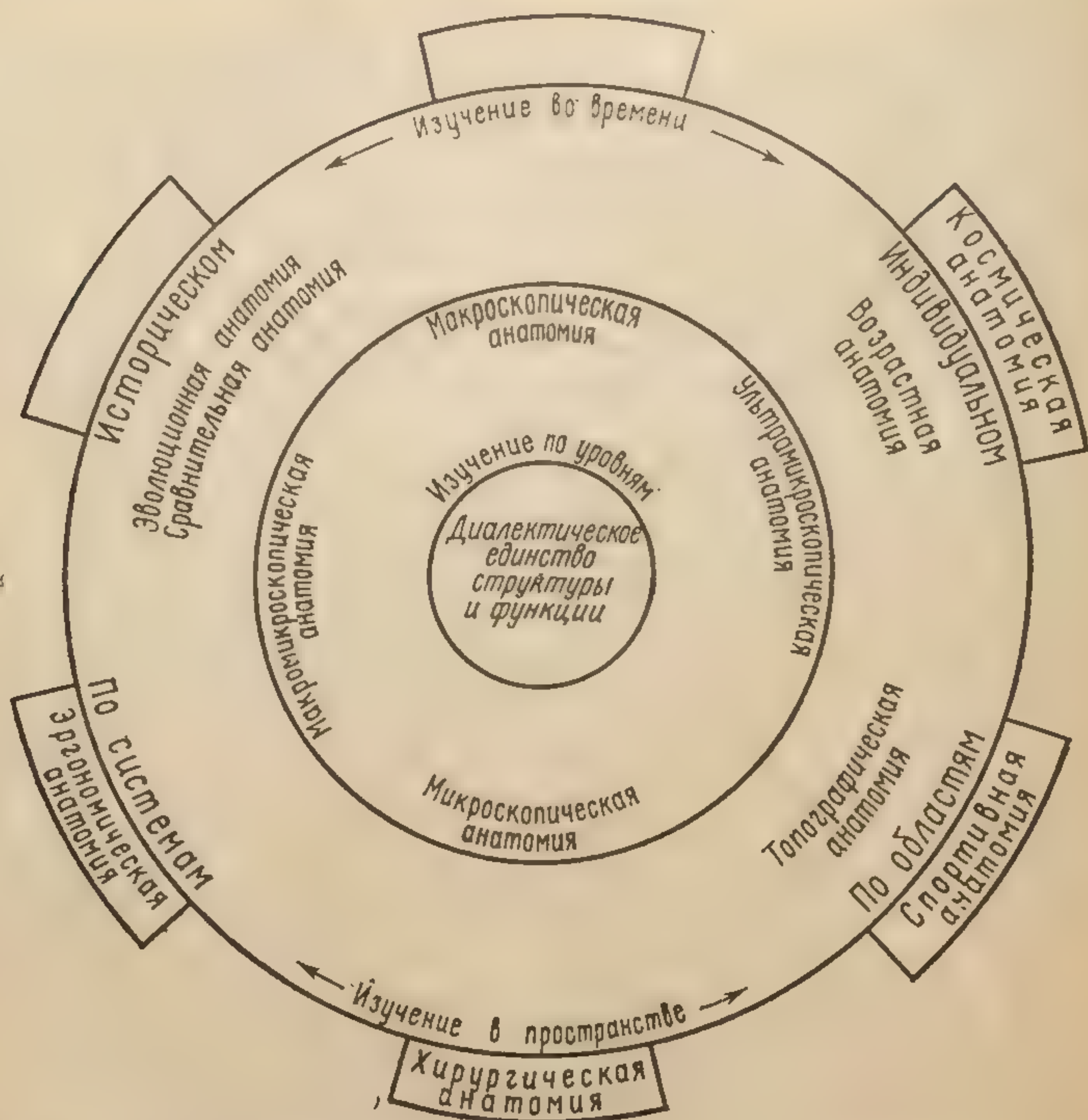
Многоуровневый подход к изучению организма человека приводит к подразделению современной морфологии на отдельные отрасли в зависимости от тех или иных методических особенностей и направления исследования.

Изучение строения тела на организменном уровне проводится главным образом антропологами. Используются измерительные (антропометрические) и описательные (антропоскопические) методы исследования. Относительная их простота позволяет проводить обследования численно больших контингентов населения. Устанавливается размах изменчивости признаков, решается основная для антропологии задача — изучение форм изменчивости и определяющих их факторов. Изучение строения организма на системном и органном уровнях — чаще всего задача анатома. При этом используется макроскопический подход, не требующий оптической техники. Иногда детали строения рассматриваются в макромикроскопическом поле зрения (по В. П. Воробьеву), т. е. при небольшом увеличении. Морфологические данные получают функциональное истолкование. Набор материала для научного исследования на этом уровне сопряжен с большими трудностями и применением большего числа методов, чем при антропометрическом исследовании. Поэтому число обследованных обычно не столь велико, чтобы проанализировать формы изменчивости структур и частоту их встречаемости в популяции. Однако при использовании достаточно простых методов и большого контингента обследованных, например в случае прижизненной рентгенографии сосудов, могут быть выяснены формы и факторы изменчивости морфологических образований. Решение этого вопроса наряду с рассмотрением функционального значения структур — задача одного из разделов антропологической науки. Строение тканей — объект исследований гистологии, изучение микроскопических конструкций органов — задача микроскопической анатомии. Изменчивость строения клеток и субклеточных структур изучается цитологами.

Существует представление о морфологии в широком ее понимании как системе наук, находящейся в процессе становления (схема). Ее схематично можно представить в виде нескольких концентрических колец. Главной задачей для всех подразделений этой системы служит изучение диалектического единства структуры и функции на разных уровнях познания живой материи. Первое кольцо образуют аналитические морфологические науки. Они выявляют особенности строения живой материи на макро-, макромикро-, микро- и ультрамикроскопическом уровнях (соответственно макро-, макромикро-, микро- и ультрамикроскопическая анатомия). Периферийное кольцо образуют синтетические морфологические науки, изучающие на всех уровнях структурно-функциональные особенности живой материи в связи с ее изменениями во времени и пространстве. Подобный подход сближает анатомию с антропологией, изучающей формы изменчивости организма в

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 318.

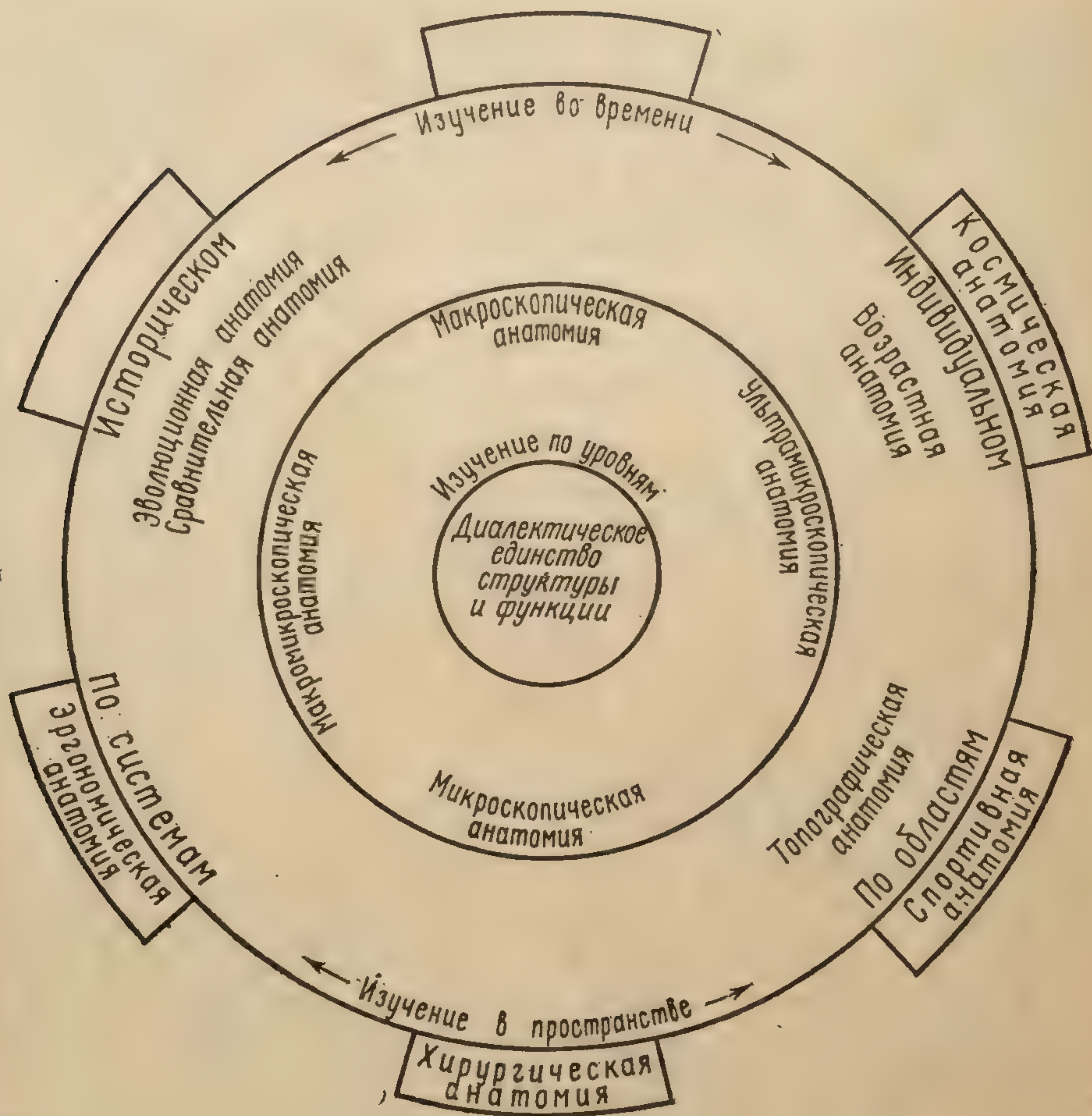




тех же пространственно-временных координатах. К синтетическим разделам относится сравнительная эволюционная и возрастная анатомия (изменения структур в связи с функциями, в историческом и индивидуальном времени), региональная, топографическая анатомия (особенности структур в связи со спецификой их положения в разных частях тела, взаимоотношения структур), проекционная анатомия (отношение структур к ориентирным линиям и точкам на поверхности тела). Снаружи к кольцу морфологических наук прилегают разделы, возникшие на границе с другими областями знания и по отношению к анатомии являющиеся как бы прикладными отраслями: спортивная, хирургическая, космическая анатомия и др.

Факты и идеи, накопленные морфологами, широко используются при разработке методологических основ биологии и медицины. Знание размаха и пределов морфологической изменчивости здорового организма необходимо для нахождения грани между нормой и патологией, выявления ранних болезненных и предболезненных состояний. Современная морфология, изучая качественное разнообразие структур организма, а также частоту встречаемости отдельных вариантов строения в популяции, дает новый стимул развития генетики человека. Выяснение факторов структурной изменчивости организма, прежде всего генетических и экологических, и насыщение новыми фактами положения материалистической диалектики о неразрывности и взаимообусловленности структуры и функции — стержневые задачи современной морфо-





тех же пространственно-временных координатах. К синтетическим разделам относится сравнительная эволюционная и возрастная анатомия (изменения структур в связи с функциями, в историческом и индивидуальном времени), региональная, топографическая анатомия (особенности структур в связи со спецификой их положения в разных частях тела, взаимоотношения структур), проекционная анатомия (отношение структур к ориентирным линиям и точкам на поверхности тела). Снаружи к кольцу морфологических наук прилегают разделы, возникшие на границе с другими областями науки, непосредственно к анатомии



логии. Попытки ревизии ее положений с метафизических позиций, отрыва ее от материалистической диалектики, провозглашения философии «нейтралитета», отрицания функционального ее содержания далеки от истинной науки. Они показывают, в какое болото дезинформированности может завести буржуазного ученого «морфологический снобизм», не подкрепленный серьезными биологическими и философскими знаниями. Советские морфологи всегда были на передовых рубежах своей науки, внося существенный вклад в развитие медицины и антропологии.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В. П. Остеометрия. М., 1966.  
Алексеев В. П., Дебев Г. Ф. Краниометрия. М., 1964.  
Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М., 1977.  
Андронеску А. Анатомия ребенка. Бухарест, 1970.  
Башкиров П. Н. Учение о физическом развитии человека. М., 1962.  
Бунак В. В. Методика антропометрических исследований. Изд. 3-е. М.; Л., 1931.  
Бунак В. В. Антропометрия. М., 1941.  
Вейденрейх Ф. Раса и строение тела. М.; Л., 1929.  
Властовский В. Г. Акселерация роста и развития детей. М., 1976.  
Воробьев В. П. Анатомия человека. Т. 1, М., 1932.  
Гладкова Т. Д. Кожные узоры кисти и стопы обезьян и человека. М., 1966.  
Гримм Г. Основы конституциональной биологии и антропометрии. М., 1967.  
Донован Б. Т., Ван дер Верф Тен Бош Дж. Физиология полового развития. М., 1974.  
Жданов Д. А. Лекции по функциональной анатомии человека. М., 1979.  
Жеденов В. Н. Сравнительная анатомия приматов. М., 1962.  
Зубов А. А. Одонтология. Методика антропологических исследований. М., 1968.  
Зубов А. А. Этническая одонтология. М., 1973.  
Иваницкий М. Ф. Анатомия человека. М., 1956.  
Клиорин А. И., Чтецов В. П. Биологические проблемы учения о конституции человека. М., 1979.  
Лесгафт П. Ф. Основы теоретической анатомии. Ч. 1. СПб., 1905; ч. 2. П., 1922.  
Лысенков Н. К., Привес М. Г., Бушкович В. И. Анатомия человека. Л., 1974.  
Нестурх М. Ф. Происхождение человека. Изд. 2-е. М., 1970.  
Никитюк Б. А. Факторы роста и морфофункционального созревания организма. М., 1978.  
Основы цитогенетики человека. М., 1969.  
Рогинский Я. Я. Можно ли связать строение тела с характером? — Природа, 1972, № 2.  
Рогинский Я. Я. Проблемы антропогенеза. Изд. 2-е. М., 1977.  
Рогинский Я. Я., Левин М. Г. Антропология. М., 1978.  
Рост и развитие ребенка. М., 1973.  
Рохлин Д. Г. Рентгеноостеология и рентгеноантропология, ч. 1. Л.; М., 1936.  
Русалов В. М., Биологические основы индивидуально-психологических различий. М., 1979.  
Сперанский В. С., Зайченко А. И. Форма и конструкция черепа. М., 1980.  
Строение тела и спорт. М., 1968.  
Туманян Г. С., Мартиросов Э. Г. Телосложение и спорт. М., 1976.  
Харрисон Дж., Уайнер Дж., Тэннер Дж., Барникот Н., Рейналдс В. Биология человека. Изд. 2-е. М., 1979.  
Хрисанфова Е. Н. Эволюционная морфология скелета человека. М., 1978.  
Шевкуненко В. Н., Геселевич А. М. Типовая анатомия человека. М.; Л., 1935.  
Штефко В. Г., Островский А. Д. Схемы клинической диагностики конституционных типов. М., 1929.  
Balter P. M., Joysey K. A. Development, Function and Evolution of Teeth. London; New York; San Francisco, 1978.  
Human body composition — In.: Soc. J. study human biology, 1965.  
Loth E. Anthropologie des parties molles. Paris, 1931.  
Martin R., Saller K. Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung. Stuttgart, 1956—1962, Bd 1—4.  
Olivier G. Anatomie anthropologique. Paris, 1965.  
Tanner J. M. Growth at adolescence. Oxford, 1962.



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адаптация — 9, 13, 20, 26, 33, 34, 152, 220  
 Акцелерация — 21, 35, 70, 81, 170  
 Анализатор  
   — вестибулярный — 291  
   — вкусовой — 293  
   — двигательный — 295  
   — зрительный — 250, 255, 288, 290  
   — кожный — 294  
   — обонятельный — 253, 293  
   — слуховой — 250, 254, 255, 291  
 Анализаторы — 287  
   — корковый отдел — 250, 287, 291, 293  
   — периферический отдел — 287, 288, 291, 294  
   — проводниковый отдел — 287, 290, 293  
 Антропогенез — 11, 13, 28, 148, 186, 246  
 Антропоморфные обезьяны — 28, 29, 30, 42, 124, 134, 140, 154, 157, 166, 223, 253, 263, 272, 278  
 Аорта — 211, 221, 222  
 Артерия — 210, 220  
   — варианты ветвления — 222  
   — возрастные изменения — 221  
   — старение — 222  
   — строение стенки — 210, 220  
 Артерия (и)  
   — бедренная — 211, 223  
   — венечные — 211, 216  
   — легочные — 210  
   — общая сонная — 211, 221  
   — подключичная — 211, 221  
 Асимметрия — 14, 54, 129, 261  
  
 Бледный шар — 252  
 Близнецовый метод — 10, 11, 237  
 Близнецы — 10, 11, 26, 30, 53, 115, 171  
 Брахицефализация — 14, 144  
 Брахицефалия — 35, 38, 40, 76  
 Бронхи — 184, 185, 196, 197  
 Бронхиальное дерево — 197  
 Бронхиолы концевые — 196  
 Брыжейка — 183, 191  
 Брюшина — 183  
  
 Влагалище — 204  
 Веки — 41, 288  
 Вен типы — 224  
   — ветвления — 225, 227  
 Вена(ы) — 210, 212  
   — верхняя полая — 224  
   — воротная — 225  
   — легочные — 210  
   — нижняя полая — 224  
 Вес тела — 11, 18, 19, 33, 34, 53, 86  
   — удельный — 77, 82, 85  
 Возраст — 20  
   — биологический — 20, 26  
   — зрелый — 20  
   — «зубной» — 27  
   — «костный» — 24, 27, 145  
   — менархе — 20, 33, 71, 75  
   — паспортный — 21, 26, 68  
   — подростковый (пубертатный) — 19, 52, 69  
   — юношеский — 20  
 Возрастная периодизация — 17  
 Волосы — 19, 303  
   — аномалии — 305  
   — закладка и рост — 304  
   — смена — 304  
   — строение — 303  
   — третичный волосяной покров — 21, 306  
   — форма — 305  
   — цвет — 309  
 Вторичные половые признаки — 19, 21, 26  
 Выделительная система — 200  
   — возрастные изменения — 200  
   — внутри-, межгрупповая, межвидовая изменчивость — 202  
  
 Гетерозис — 31, 75, 226  
 Гипоталамус (подбугорная область) — 253, 274, 279  
 Гипофиз — 181, 255, 279, 283, 285  
 Глазная щель — 41  
 Глазница — 37, 39, 290  
 Глазное яблоко — 41, 288  
 Глотка — 185, 186, 196  
 Головной мозг (см.: Мозг головной)  
 Голосовой аппарат — 6  
 Голосовые связки — 196  
 Гортань — 196, 198  
 Градиент роста — 30, 63  
 Грудина — 120, 147, 148, 154, 240  
 Грудная клетка — 119, 156  
 Губы — 28, 42, 160  
  
 Дентин — 167, 170  
 Дерматоглифика — 299  
   — ладонные линии — 301  
   — узоры — 302  
   — пальцевые узоры — 299  
   — подошвенные узоры — 302  
   — трирадиусы — 302  
 Длина тела — 11, 18, 19, 48, 51, 65, 68, 72  
 Долихоцефалия — 35, 38  
 Дыхательная система — 19, 196  
   — возрастные изменения — 197  
   — внутри- и межгрупповая изменчивость — 198  
  
 Железа(ы) — 183  
   — внешней секреции — 181, 184  
   — внутренней секреции — 181, 273, 278  
   — смешанные — 181, 185, 279  
 Железа(ы)  
   — апокриновые — 297  
   — вилочковая (тимус) — 239, 279, 282, 283, 285  
   — кардиальные — 182  
   — межсонные — 279  
   — молочная — 21, 185, 297  
   — околотитовидные (паращитовид-



315



- Лимфа — 6, 229, 239, 280  
 Лимфатическая система — 210, 229  
   — возрастные изменения — 231  
   — индивидуальные, конституциональные, половые и межпопуляционные отличия — 232  
   — строение — 229  
 Лимфатические протоки — 230, 232  
   — сосуды — 229  
   — стволы — 230  
   — узлы — 229, 230, 232, 239  
 Лимфоидная ткань — 189, 193, 282  
 Лимфоидные органы — 239  
   — фолликулы — 188  
 Лицо — 35, 37, 41, 141, 145  
 Лопатка — 121, 147  
  
 Масса тела (см.: Вес тела)  
   — клеточная — 79, 81  
   — компоненты — 76  
   — — жировой — 76, 80, 82, 98  
   — — костный — 76, 86, 98, 111, 116  
   — — мышечный — 76, 85, 98  
   — обезжиренная — 76, 78, 81, 85  
   — тощая — 78, 82  
 Матка — 204, 209  
 Маточные трубы — 204  
 Мезоцефалия — 35  
 Меланин — 13, 14, 308  
 Миелоархитектоника мозга — 251  
   — нервов автономной нервной системы — 277  
 Микроциркуляторная система — 227  
   — печени — 190  
 Миокард — 213, 220  
 Мозг  
   — головной — 116, 139, 241, 245  
   — — возрастная, внутри- и межпопуляционная изменчивость — 259  
   — — задний — 252  
   — — конечный — 245  
   — — кора — 246, 253, 255  
   — — подкорковые ядра — 252  
   — — полушария — 246, 287  
   — — доли полушарий — 246  
   — — продолговатый — 258  
   — — промежуточный — 253  
   — — средний — 255  
   — — оболочки — 242  
   — — проводящие пути — 242, 243, 245, 255, 256, 259, 291, 293, 294  
   — — спинной — 243  
 Мозжечок — 253, 256, 274  
 Молочная железа — 21, 185, 297  
 Моляры — 166, 169, 171, 173  
 Мост — 257  
 Мочевой пузырь — 183  
 Мочеточник — 183, 200, 203  
 Мошонка — 204, 205  
 Мышечная система — 11, 19, 148, 164  
 Мышечная ткань — 6  
   — гладкая — 6, 183  
   — поперечно-полосатая — 6, 148, 182  
   — сердечная — 6, 213  
 Мышца  
   — большая грудная — 156  
   — большая ягодичная — 129, 158  
   — двуглавая бедра — 158  
   — — плеча — 152  
   — икроножная — 159  
   — камбаловидная — 159  
   — малая грудная — 157  
   — наружная косая живота — 156  
   — передняя зубчатая — 156  
   — подбородочно-подъязычная — 143  
   — подбородочно-язычная — 143  
   — подошвенная — 159  
   — полуперепончатая — 158  
   — полусохожильная — 158  
   — портняжная — 148, 152  
   — прямая бедра — 127  
   — живота — 156  
   — ромбовидная — 156  
   — трапецевидная — 156  
   — третья малоберцовая — 29, 159  
   — четырехглавая бедра — 157  
 Мышцы атактистические — 154  
   — «ловкие» — 150  
   — «прогрессивные» — 154  
   — рудиментарные — 154  
   — «сильные» — 150  
 Мышцы — 11, 76  
   — вариации — 153  
   — вспомогательный аппарат — 149  
   — строение — 148  
   — физиологический поперечник — 150, 162  
   — форма — 149  
 Мышцы большого пальца — 157  
   — верхней конечности — 153, 156  
   — глаза — 153, 289  
   — глотки и гортани — 153  
   — головы — 153  
   — дна рта — 153  
   — жевательные — 140, 153, 155  
   — кисти — 157  
   — межкостные — 162  
   — мимические — 29, 45, 140, 153, 154, 160, 271  
   — нижней конечности — 29, 153, 158  
   — пальцев — 157, 162  
   — плеча — 11  
   — предплечья — 11, 157, 165  
   — разгибатели — 153, 157, 165  
   — сгибатели — 153, 157, 162, 165  
   — скелетные — 148  
   — туловища — 153, 156  
   — языка — 153  
  
 Надколенник — 129  
 Надпочечники — 181, 281, 284, 285  
   — корковое вещество — 281  
   — мозговое вещество — 279, 281  
 Нейрон (нейроцит) — 7, 241, 247, 257, 274  
 Нервная система — 12, 241  
   — периферическая — 241  
   — автономная — 241, 273  
   — — варианты строения — 277  
   — парасимпатическая — 275  
   — симпатическая — 275  
   — соматическая — 267  
   — — варианты строения — 271  
   — — возрастные и половые различия — 269  
   — центральная — 241, 288  
   — эмбриогенез — 242  
 Нервная ткань — 6, 241



Нервные волокна — 165, 251, 267, 274, 277, 291

— сплетения — 268

— узлы — 267, 274, 277, 291

Нервы — 267

Нейрон — 200, 201

Нижняя челюсть — 143, 147, 167

Новорожденные — 11, 28, 29, 31, 37, 46, 47, 50, 54, 57, 60, 108, 118

— приматы — 27, 28

Ногти — 307

Нос наружный — 46, 160

— придаточные пазухи — 196, 197

Носовая полость — 196

Одонтоглифика — 174, 179

Опорно-двигательный аппарат — 6, 9, 108

Осификация — 24, 145

— сроки — 26

Остеон — 109, 111

Остеофиты — 110, 147

Отбор — 13

— групповой — 13

— естественный — 13

— индивидуальный — 13

— половой — 13

— спортивный — 163

Палеоантропы — 123, 125, 129, 130, 131, 134, 136, 137, 179, 265

Пальцевая формула кисти — 125

— стопы — 131

Паренхима — 6, 193, 206, 282

Перекрест кривых роста — 19, 51, 55

Перикард — 213

Периодизация индивидуального развития — 16

Печеночная доля — 189, 192

Печеночный ацинус (Раппопорта) — 189

Печень — 6, 181, 183, 185, 189, 191, 239, 279

Пигментация — 308

Пищеварительная система — 185

— варианты строения — 187, 189

— возрастные изменения — 191

— старение — 193

Пищевод — 185, 186, 196

Плевра — 183

Плечевой пояс — 121, 147

Подошвенные подушечки — 298

Позвонок — 117, 240

Позвоночная формула — 117

Позвоночник — 9, 20, 108

— изгибы — 9

— половые различия — 118

— форма — 118

Половое созревание — 19, 21, 53, 63, 70, 72

Половой диморфизм грудины — 120

— зубов — 174

— крестца — 119

— позвоночника — 118

— таза — 126

— черепа — 137, 147

Половой член — 19, 20, 204

Половые органы — 203

— возрастные особенности — 204

— женские — 204, 208

— мужские — 20, 205

Половые различия размеров тела — 39, 65

— состава тела — 81

Полосатое тело — 252

Поперечно-полосатое мышечное волокно — 7, 148

— белое — 149, 165

— влияние физических нагрузок — 164

— красное — 149, 165

— онтогенез — 152

Почка — 183, 200, 201, 224

Премоляр — 166, 169, 173

Приматы — 29, 30, 117, 119, 121, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 134, 136, 140, 142, 143, 154, 156, 166, 250, 272, 286

Продолжительность жизни — 28, 71

Пропорции тела — 29, 57, 93, 187, 188, 233, 240

Прямохождение — 9, 29, 126, 169, 136, 148, 266

Радужка — 288, 310

Раса — 13, 64, 82, 130, 133, 159, 176, 195, 202, 219, 222, 223, 237, 240, 307, 309

— европеоидная — 14, 41, 42, 45, 47, 50, 225, 310

— монголоидная — 13, 42, 45, 47, 66, 130, 225

— негроидная — 13, 33, 41, 42, 45, 47, 65, 130, 170, 195, 227

Ребра — 120

Резцы — 166, 169, 172

Рефлекторная дуга — 274

Рост и развитие организма — 11, 15, 33, 34, 35, 50, 68

— в высокогорье — 34

— в тропиках — 33

— периодизация — 16

— половые различия — 19, 24, 39, 50

— этнические различия — 33

Сальник — 183

Связки — 113, 114

Селезенка — 183, 224, 240, 279

Семенной пузырек — 204

Семявыносящий проток — 204

Сердце — 212

— возрастные изменения — 217

— индивидуальные, конституциональные, межпопуляционные отличия — 218

— половые различия — 217

Сердца желудочки — 213

— иннервация — 216, 274

— клапаны — 215

— кровоснабжение — 216

— положение и проекция — 212

— предсердия — 213

— проводящая система — 214

— строение стенки — 213

Синдесмозы — 112, 113, 114

Синхондрозы — 112, 114

Скачок роста полуростовой — 18, 34

— пубертатный — 19, 20, 34

Скелет — 116

— верхней конечности — 108, 121, 161

— кисти — 123, 162

— нижней конечности — 108, 126, 163

— осевой — 108, 117

— стопы — 131

Скелета морфогенез — 116



- Скорость роста — 61, 69  
 Соединения костей — 112  
   — классификация — 112  
   — влияние физических нагрузок — 116  
 Соединительная ткань — 6, 112  
 Соматотип — 11, 31, 32, 87  
 Сосуды мышечного типа — 211  
   — смешанного типа — 211  
   — сосудов — 211  
   — эластического типа — 211  
 Социогенез — 13, 267  
 Спиральный орган улитки — 250, 291  
 Спортивная морфология — 4, 9  
 Старение — 26, 32, 34, 35, 44, 46, 48, 108, 110, 145, 170, 193, 201, 206, 208, 222, 225, 231, 234, 236, 269, 285  
 Стопа окостенение — 133  
   — сводчатость — 133  
   — форма — 131  
 Строма — 6  
   — печеночной долики — 190  
   — перикарда — 214  
   — поджелудочной железы — 191, 193  
   — яичника — 208  
 Суставы — 112, 115, 157, 159, 162, 164, 165  
 Сфинктеры — 184  
  
 Тазовый пояс — 126, 148  
 Тип телосложения (см.: Соматотип)  
 Типы соматического развития — 53  
 Ткани внутренней среды — 6  
 Тотальные размеры тела — 11, 31, 48, 68  
 Трахея — 184, 196  
 Трубоччатые органы — 181, 204  
   — адвентициальная оболочка — 183  
   — мышечная оболочка — 183, 186  
   — серозная оболочка — 183  
   — слизистая оболочка — 181, 185, 193  
  
 Ухо внутреннее — 291  
   — наружное — 291  
   — среднее — 291  
 Ушная раковина — 44, 291  
  
 Фетализация — 28  
 Физические нагрузки — 9, 14, 86  
 Физических нагрузок влияние на нервную систему — 270  
   — на опорно-двигательный аппарат — 116, 124, 135, 160  
   — на процесс роста — 116  
   — на размеры тела — 67  
   — на сердце — 220  
   — на систему крови — 237  
   — на соматотип — 105  
   — на состав тела — 76, 85  
   — на эндокринную систему — 282  
 Физическое развитие — 25, 55, 66  
 Флексорные борозды — 297  
  
 Хрящевая ткань — 6, 112, 114  
 Хрящ(и) — 108, 110, 114  
   — гортани — 199  
   — суставной — 110, 114  
   — трахеи и бронхов — 184, 196  
   — эластический ушной раковины — 44  
   — эпифизарный — 110  
  
 Цитоархитектоника — 246, 261  
  
 Червеобразный отросток (аппендикс) — 183, 188, 193, 194  
 Череп — 28, 116, 136, 148, 161  
   — лицевой — 28, 35, 37, 141  
   — мозговой — 28, 35, 37, 113, 137  
 Черепа варианты строения — 144  
   — влияние физических нагрузок — 161  
   — развитие — 116, 142  
   — размеры — 29  
   — рельеф — 140, 161  
   — форма — 138  
   — швы — 113, 116, 146  
   — эпохальные изменения — 143  
 Четверохолмие — 255  
  
 Эндокард — 213  
 Эндокринный аппарат — 6, 273  
 Эпикантус — 13, 41  
 Эпикард — 213  
 Эпифиз мозга (шишковидное тело) — 254, 279, 283, 285  
 Эпифизы костей — 108, 110, 111  
 Эпохальный сдвиг — 71, 234, 258  
 Эритроциты — 7, 233, 238, 240  
  
 Яичко — 20, 203, 205, 279  
 Яичка придаток — 204, 206  
 Яичник — 203, 204, 208, 279



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
ОБЩАЯ МОРФОЛОГИЯ (редакторы В. П. Чтецов, Б. Н. Никитюк) . . . . .	5
Глава I. Основные принципы современной морфологии (В. В. Куприянов, Б. А. Никитюк) . . . . .	5
Уровни организации живой материи . . . . .	5
Функциональное направление в современной морфологии . . . . .	9
Генетическое направление в современной морфологии . . . . .	9
Проблема биологического и социального в современной морфологии . . . . .	12
Экологические аспекты современной морфологии . . . . .	13
Многообразие форм и факторов изменчивости организма . . . . .	14
Глава II. Особенности роста и развития организма . . . . .	15
Периодизация индивидуального развития (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	16
Биологический возраст (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	20
Старение организма (Б. А. Никитюк) . . . . .	26
Сравнение онтогенеза человека и приматов (В. З. Юровская) . . . . .	27
Факторы роста и развития организма (Б. А. Никитюк) . . . . .	30
Основные закономерности роста и развития (Б. А. Никитюк) . . . . .	34
Глава III. Голова . . . . .	35
Основные размеры головы (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	35
Возрастные изменения половых размеров (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	36
Половые различия (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	39
Расовые и этнотерриториальные различия (Н. Н. Миклашевская) . . . . .	40
Мягкие части лица (В. З. Юровская) . . . . .	41
Глава IV. Общие размеры и пропорции тела . . . . .	48
Тотальные размеры тела (В. Г. Властовский) . . . . .	48
Пропорции тела (В. Г. Властовский) . . . . .	57
Физическое развитие человека (В. Г. Властовский) . . . . .	66
Акцелерация (В. С. Соловьева) . . . . .	70
Глава V. Состав тела и конституции человека (В. П. Чтецов) . . . . .	76
Состав тела . . . . .	76
Конституции человека . . . . .	87
ЧАСТНАЯ МОРФОЛОГИЯ (редактор Б. А. Никитюк) . . . . .	108
Глава VI. Опорно-двигательный аппарат . . . . .	108
Кости и их соединения. Общие сведения (Б. А. Никитюк) . . . . .	108
Вариации структуры основных отделов скелета (Е. Н. Хрисанфова) . . . . .	115
Мышцы и их вспомогательные аппараты (В. З. Юровская) . . . . .	148
Влияние физических нагрузок на состояние опорно-двигательного аппарата (Б. А. Никитюк) . . . . .	160
Глава VII. Зубы (А. А. Зубов) . . . . .	166
Общая антропологическая характеристика . . . . .	166
Морфологические особенности зубов в различных расовых группах . . . . .	176
Глава VIII. Внутренние органы (Б. А. Никитюк) . . . . .	181
Общие принципы строения . . . . .	185
Пищеварительная система . . . . .	196
Дыхательная система . . . . .	200
Выделительная система . . . . .	203
Органы размножения . . . . .	210
Глава IX. Сердечно-сосудистая система (Б. А. Никитюк) . . . . .	210
Кровеносная система . . . . .	229
Лимфатическая система . . . . .	233
Кровь и лимфа . . . . .	239
Кроветворные органы . . . . .	319



Глава X. Нервная система . . . . .	241
Общие сведения (М. С. Войно) . . . . .	241
Спинной мозг (М. С. Войно) . . . . .	243
Головной мозг (М. С. Войно, Б. А. Никитюк) . . . . .	245
Соматическая часть периферической нервной системы (Б. А. Никитюк) . . . . .	267
Автономная (вегетативная) нервная система (Б. А. Никитюк) . . . . .	273
Глава XI. Железы внутренней секреции (Б. А. Никитюк) . . . . .	278
Общие принципы строения . . . . .	280
Размеры эндокринных желез, возрастно-половые, индивидуальные и меж- популяционные различия . . . . .	283
Влияние физических нагрузок . . . . .	286
Глава XII. Органы чувств (М. С. Грачева) . . . . .	287
Глава XIII. Покровы тела (Г. Д. Гладкова) . . . . .	295
Кожа . . . . .	295
Кожный рельеф . . . . .	297
Волосы . . . . .	303
Ногти . . . . .	307
Пигментация . . . . .	308
Заключение . . . . .	310
Рекомендуемая литература . . . . .	313
Предметный указатель . . . . .	314

## МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Зав. редакцией Н. М. Глазкова. Редактор Г. Г. Есакова. Переплет художника Л. А. Баджаняна. Художественный редактор М. Ф. Евстафиева. Технический редактор К. С. Чистякова. Корректоры В. П. Кададинская, М. К. Соболева, Л. С. Ключкова.

Тематический план 1983 г. № 130  
ИБ № 947

Сдано в набор 17.06.82. Подписано к печати 05.01.83. Л-95107. Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 26,0. Уч.-изд. л. 27,36. Тираж 13450 экз. Заказ 455. Цена 1 р. 40 к. Изд. № 778

Ордена «Знак Почета» издательство Московского университета. 103009. Москва, ул. Герцена, 5/7. Типография ордена «Знак Почета» изд-ва МГУ. Москва, Ленинские горы



УЛЬЕНА И М.Ф.

художника Л. А. Бр.  
Технический Р. 12-72  
М. А. Соболев

100116  
27.36

ОКВБ. У.  
ИЗДАНИЕ ГОРЬ















10

MONOPOLY  
RUMOR  
GENERAL  
ANALYSIS



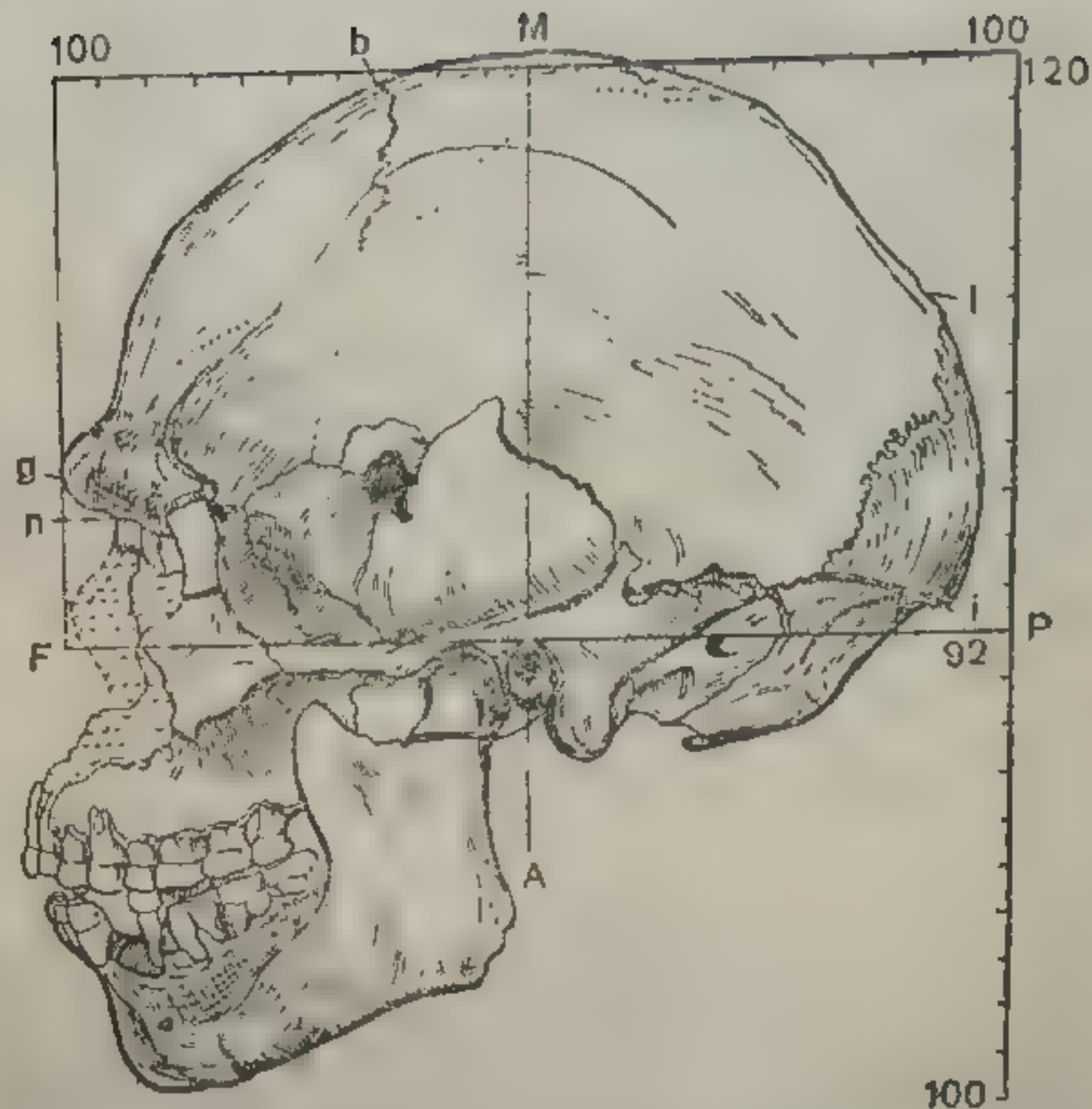
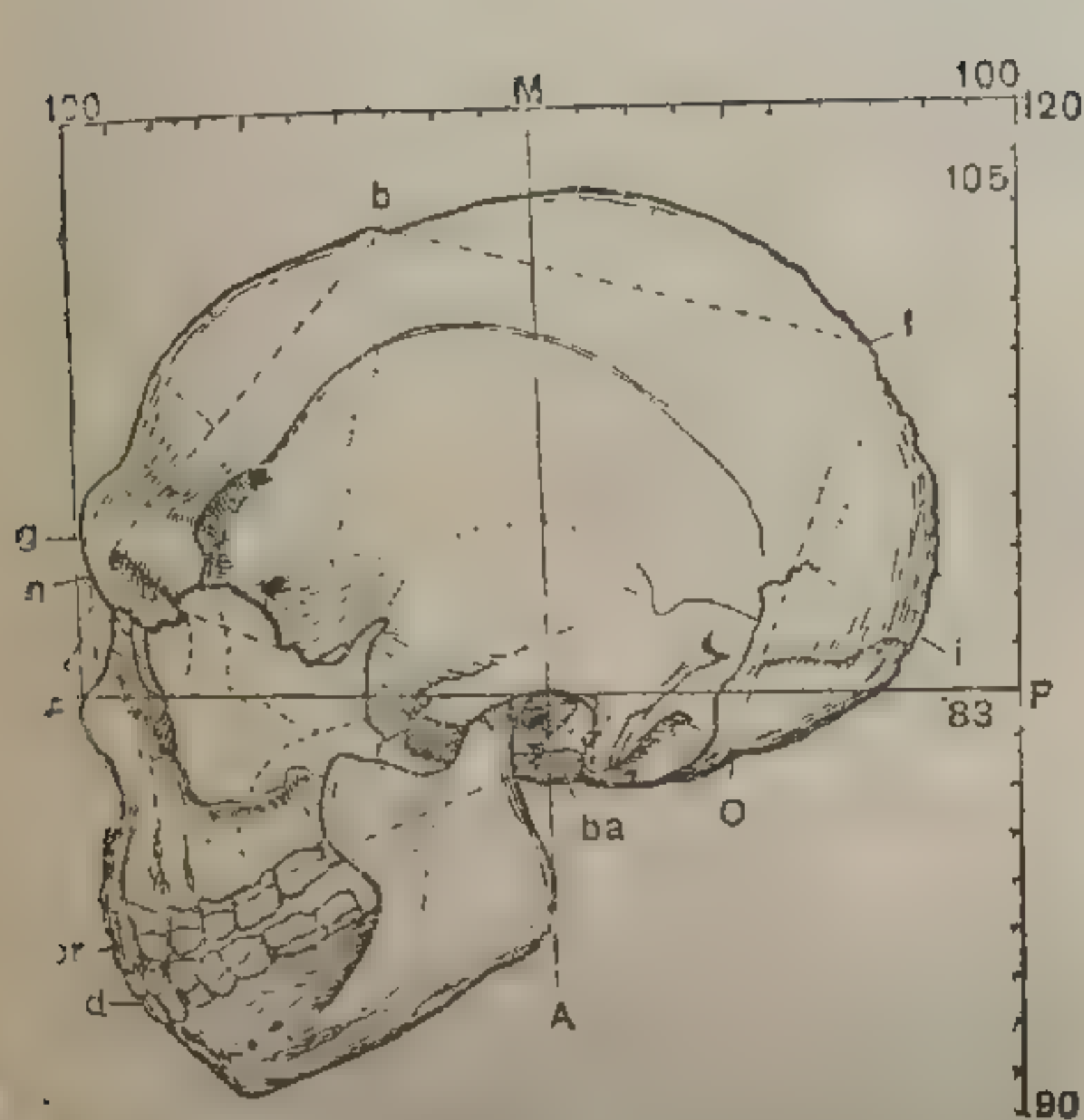


Рис. 36. Черепа неандертальцев из пещер Табун (слева) и Схул (справа).

ГР — франкфуртская антропометрическая горизонталь; МА — линия, проходящая через верхнеушную точку; n — носовая точка — назин; g — передняя лобная точка — глабелла; b — точка на пересечении поперечного лобного (венечного) и продольного теменного (сагиттального) швов — брегма; l — точка на пересечении сагиттального и поперечного затылочного (ламбдовидного) швов — ламбда; i — точка на нижнезаднем крае затылочного поперечного валика — инион; цифры указывают миллиметры.





Рис. 103. Группа детей-наркоманов в учреждении для беспризорных.

нередкого злоупотребления ими, а быстро развивающееся привыкание ведет к тяжелой картине наркомании, более или менее одинаковой.



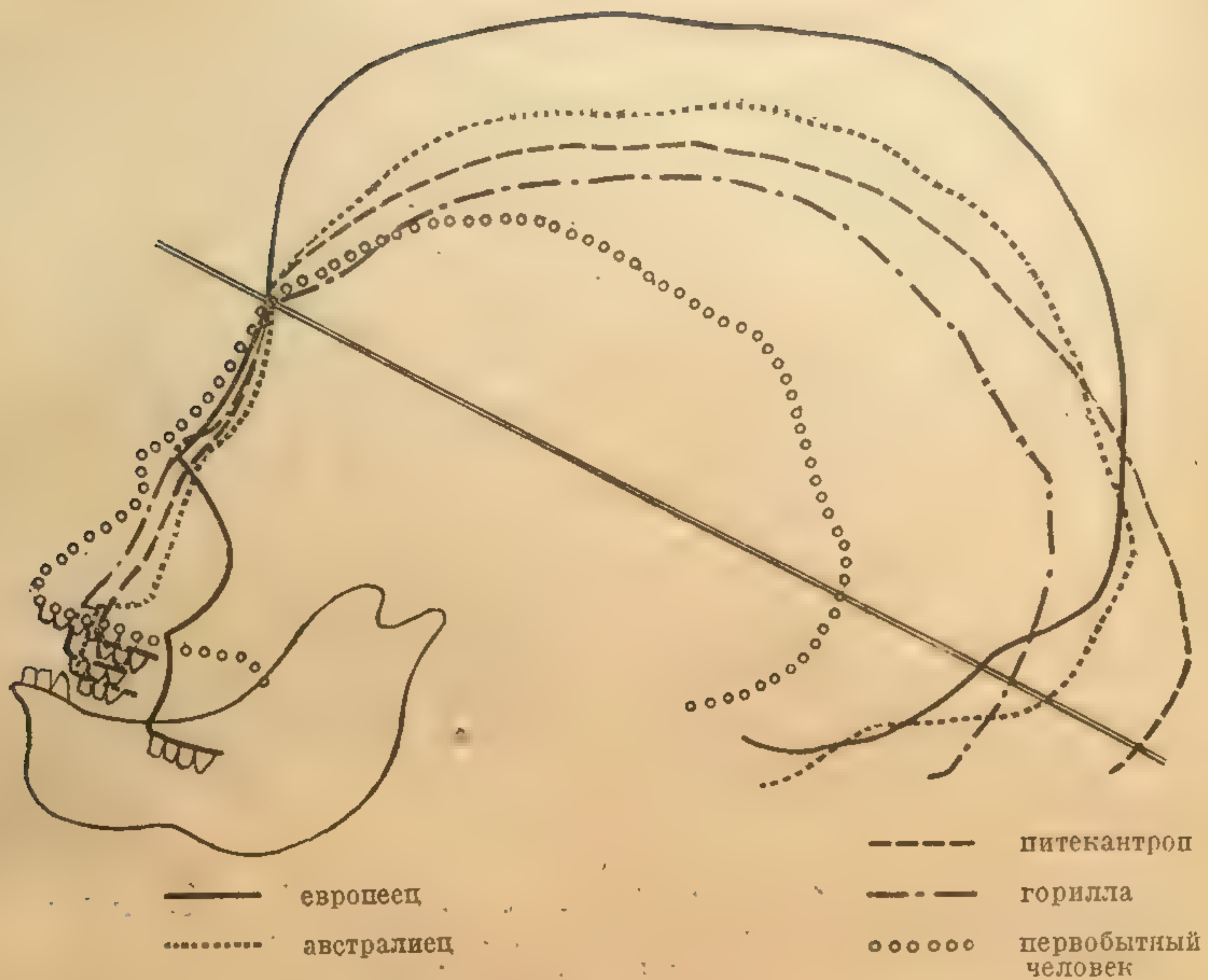
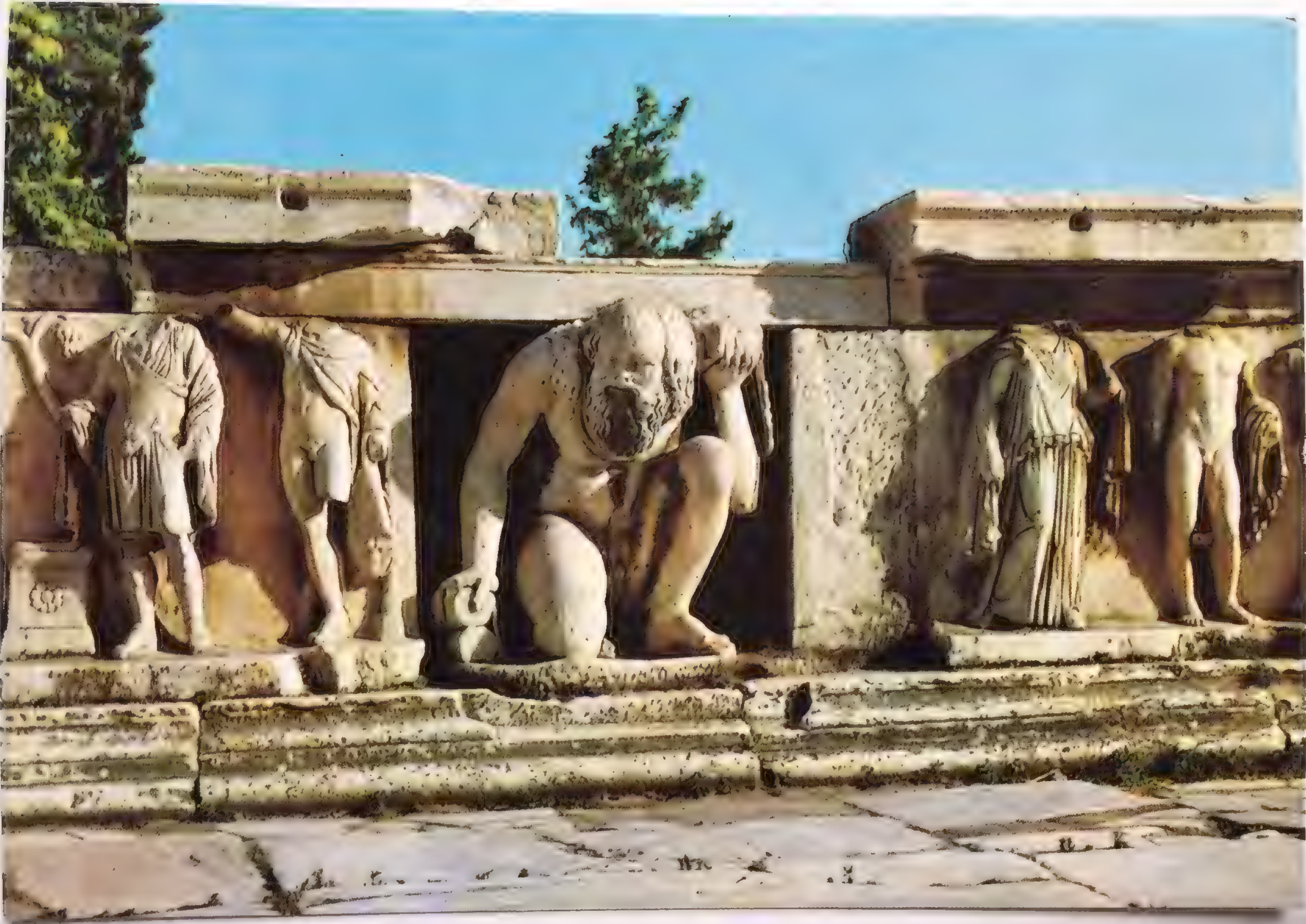


Рис. 18. Различные степени прогнатизма у обезьяны и человека.



Рис. 19. Неправильное, частью несимметричное строение черепа и лица у олигофренов; оттопыренная ушная раковина у мальчика справа.







**Вот три представителя трёх видов.  
Вопрос - почему они все не один вид?**



**ПОТОМУ ЧТО, ОНИ НЕ ОДИНАКОВЫЕ.**





**Pongo pygmaeus**



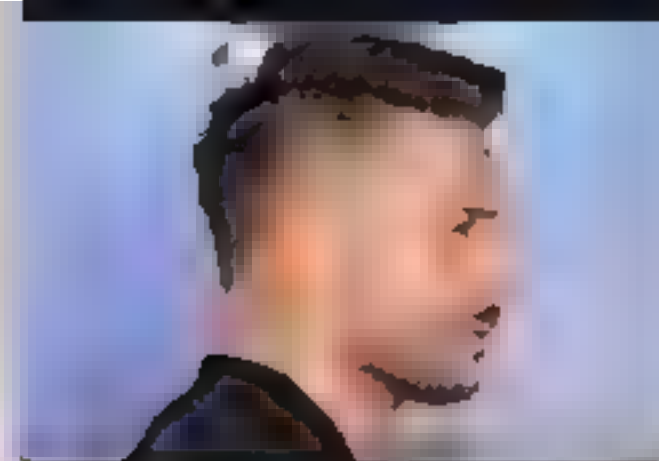
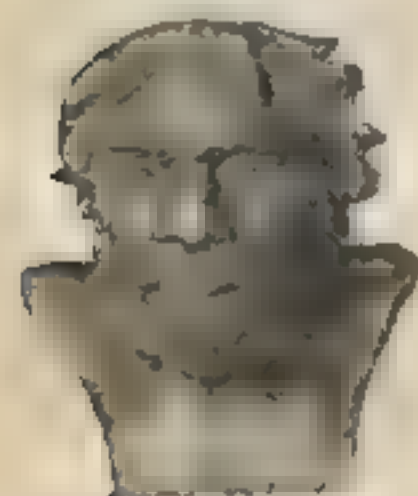
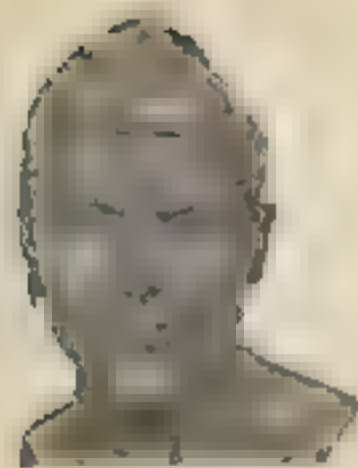
**Pongo abelii**



**Pongo  
tapanuliensis**

**Даже небольшое различие в  
морфологии = уже ДРУГОЙ ВИД.**





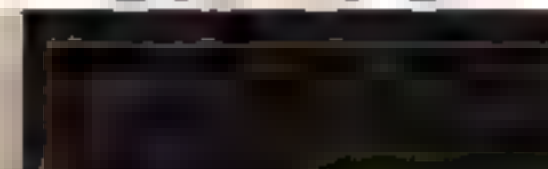
**Кроманьонцы**



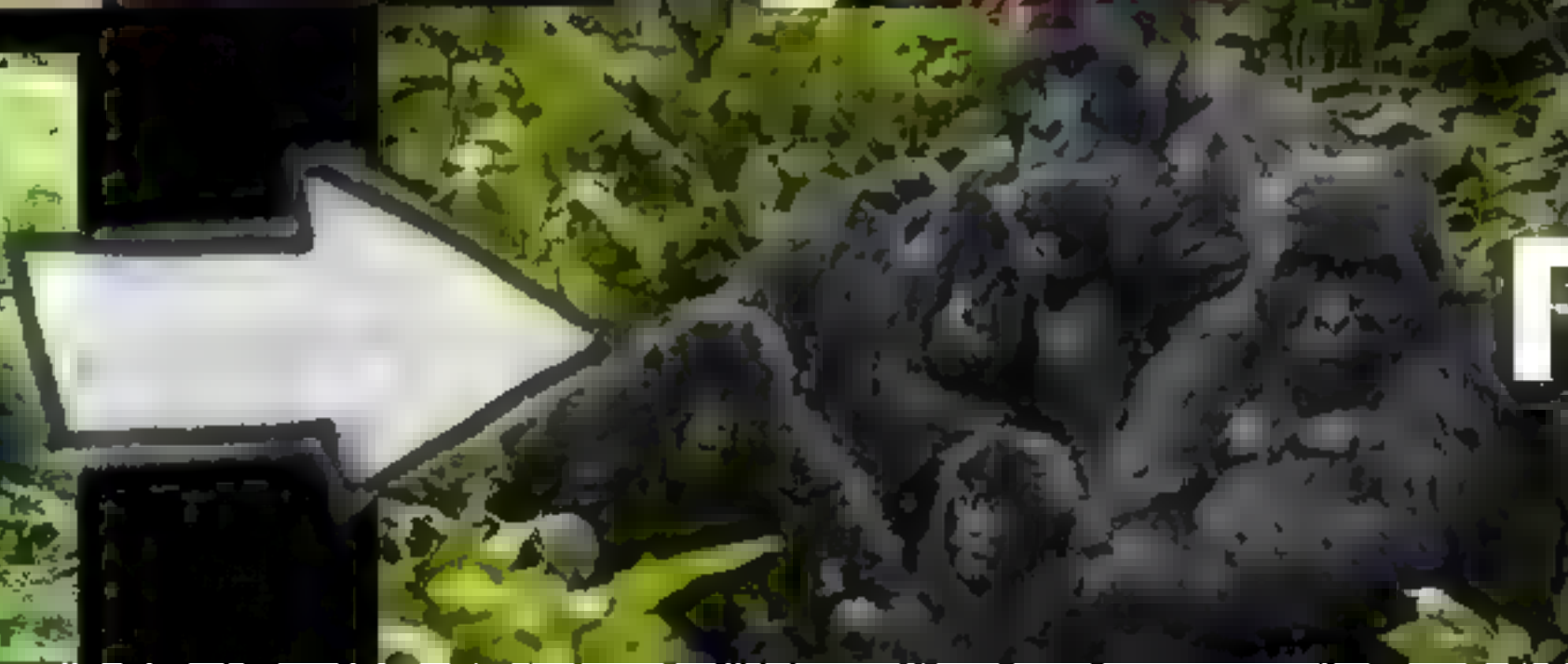
**Неандертальцы**



**Синантропы**



**Гориллы**

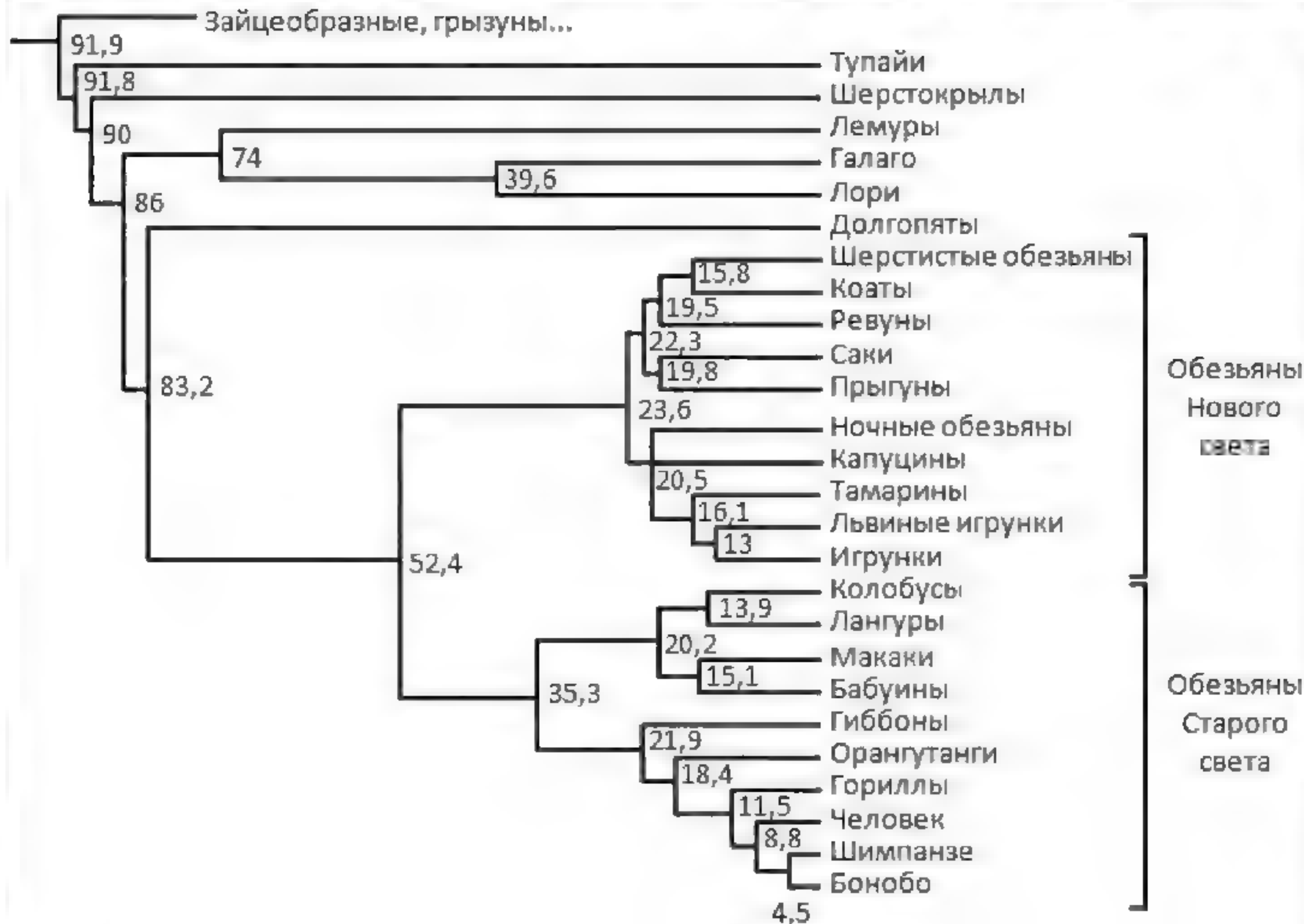


PICTOCOLLAGE

PICTOCOLLAGE



# Почему все обезьяны не один вид?





**ПОТОМУ ЧТО, ВСЕ представители  
одного вида (подвида)  
каждого пола и возраста -  
ОДИНАКОВЫЕ.**

**Биологический вид это - популяция ОДИНАКОВЫХ  
особей каждого пола и возраста.**

**Как определить вид животного, птицы, насекомого, рыбы?  
Достаточно просто посмотреть - ВСЕ представители одного  
вида ( подвида) каждого пола и возраста - ОДИНАКОВЫЕ.**





**В С Е представители  
ОДНОГО вида (подвида)  
каждого пола -  
ОДИНАКОВЫЕ.**

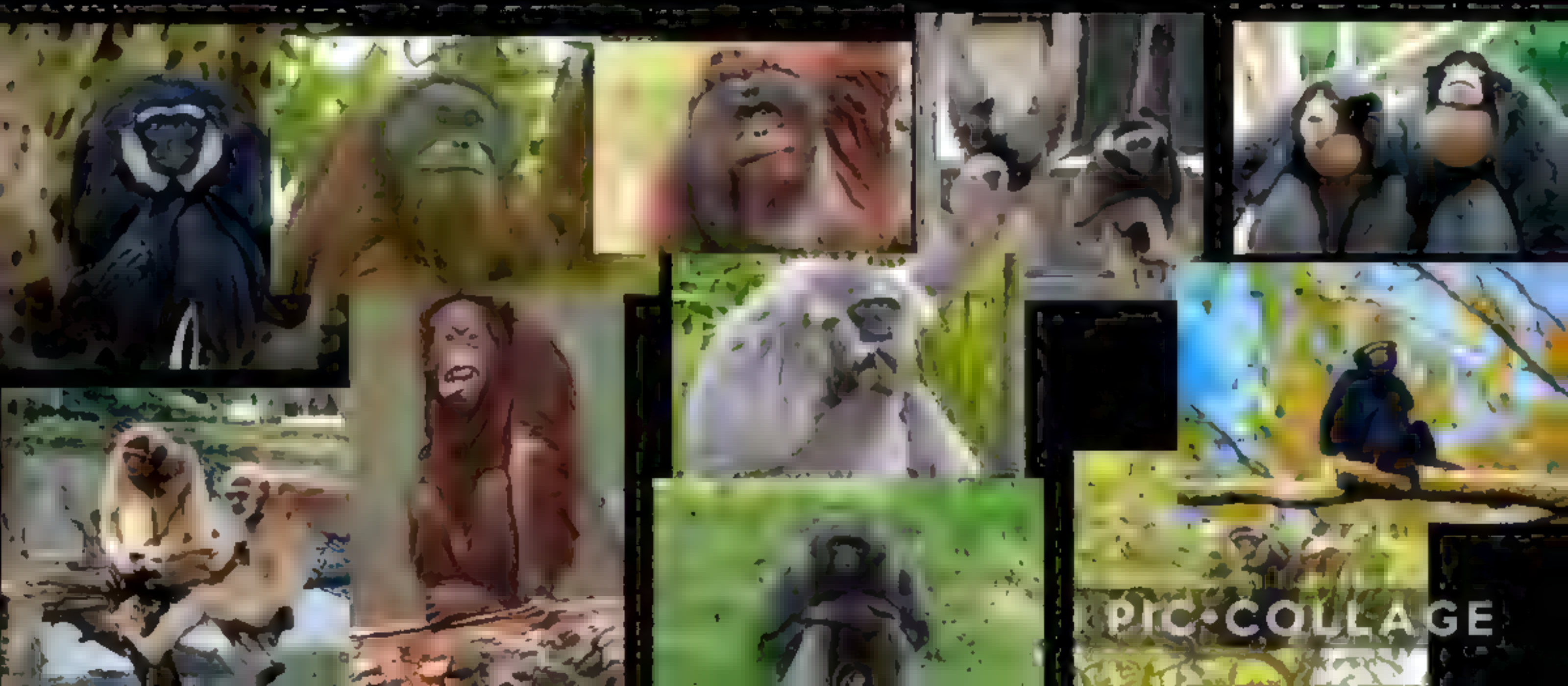




# Один вид «*homo sapiens*»?



# РАЗНЫЕ - ВИДЫ - ОБЕЗЬЯН.





**ВСЕГДА  
не верьте  
тому что  
кажется,  
верьте  
ТОЛЬКО  
доказательствам.**



**Чарльз Диккенс. «Большие надежды» 1861 г.**



# Человек



PICTOCOLLEGE



